Annual Report

# THE ANNUAL REPORT OF JAPAN SEA REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

NO. 2

# 日本海区水産研究所研究年報

第 2 号

水産庁日本海区水産研究所
新潟市万代島
昭和 30 年 12 月
JAPAN SEA REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
NIIGATA, JAPAN
December, 1955

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/annual-report-of-japan-sea-regional-fisheries-research_1955-12_2

# THE ANNUAL REPORT OF JAPAN SEA REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

NO. 2

# 日本海区水産研究所研究年報

第 2 号

水産庁日本海区水産研究所
新潟市万代島
昭和 30 年 12 月
JAPAN SEA REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
NIIGATA, JAPAN
December, 1955

# 目　次


1. 伊東祐方：特定水域内におけるマイワシ産卵量推定の一例……1
2. 渡辺和春：日本海におけるマイワシ脊椎骨数の変異について……9
3. 渡辺和春：カタクチイワシの脊椎骨の変異と若年魚の月成長について……23
4. 山中一郎：体長制限の効果について，Ⅱ（推定値の精度と近似度）……37
5. Ichiro YAMANAKA：An ecological inference of statistics concerning size composition (I) ……48
6. 小川良徳・伊藤勝千代：七尾湾における真珠貝資源の利用に関する研究……55
7. 内橋潔・井伊明：オキナコモング（*Sphaeroides abbotti*）及びメイタガレイ（*Pleuronichthys cornutus*）の趨光性について……71
8. 内橋潔・山口正男：クロダイ *Mylio macrocephalus*（BASILEWSKY）の成長に伴う脳髄の外部形態変化について……75
9. 小川良徳・福井時次郎：石川県地方産メダカの臀鰭軟条数の変異……81
10. 小川良徳：ハゼ科魚類の脳形について……85
11. 浜部基次・清水虎雄：スルメイカの「寄り現象」について……97
12. 野口栄三郎・山本常治：漁獲物の鮮度保持に関する研究（第1報）“洗い”の現象と筋肉内ＡＴＰ態燐酸量，Glycogen 量との関係……109
13. 野口栄三郎・山本常治・佃信夫：漁獲物の鮮度保持に関する研究（第2報）“洗い”の現象と魚類の游泳運動について……115
14. 野口栄三郎・山本常治：漁獲物の鮮度保持に関する研究（第3報）死後に於ける pH, ATP, 遊離 SH 基等の変化……123
15. 野口栄三郎・山本常治：漁獲物の鮮度保持に関する研究（第4報）“洗い”の機構に関する考察……133
16. 野口栄三郎・山本常治：漁獲物の鮮度保持に関する研究（第5報）死後硬直時に於ける鮮度判定法としての試み……141
17. 野口栄三郎・佃信夫：煉製品の保蔵に関する研究（第11報）煉製品の加熱調査……147
18. 野口三栄郎・尾藤方通：重要魚類の資源化学的研究（Ⅰ）但馬地区釣りサバについて……151
19. 野口栄三郎・小島鉄夫：重要魚類の資源化学的研究（Ⅱ）部分量及び成分量の変動から見た日本海産鯖について……189
20. 平井正夫・山本常治：幽門垂のビタミンA含有量について……


## Contents


1. Sukekata ITO：An example in estimating the amount of sardine eggs in a certain sea area.……1
2. Kazuharu WATANABE：On the variation in the number of vertebrae in sardine populafions from Japan Sea coasts of Honshu.……9
3. Kazuharu WATANABE：Some notes on the variation in the number of vertebrae and the monthly growth in its juveniles of Japanese anchovy, *Engraulis japonicus*.…23

4. Ichiro YAMANAKA : On the effect of size restrictions II (The precision and approximation of estimates) ····· 37

5. Ichiro YAMANAKA : An ecological inference of statistics concerning size composition (I) ····· 48

6. Yoshinori OGAWA and Katsuchiyo ITO : A note concerning the utilization of pearl oyster resources in Nanao Bay. ····· 55

7. Kiyoshi UCHIHASHI and Akira II : On the phototaxis of the "Okinakomonfugu" (*sphaeroides abbotti*) an "Meitagarei" (*Pleuronichthys cornutus*) ····· 71

8. Kiyoshi UCHIHASHI and Masao YAMAGUCHI : Changes in external form of brain of *Mylio macrocephalus* (BASILEWSKY) during growth. ····· 75

9. Yoshinori OGAWA ahd Tokijiro FUKUI : On the local variation in the number of the anal fin rays of Japanese killifish, *Oryzias latipes*, in Ishikawa prefecture. ····· 81

10. Yoshiuori OGAWA : On the brain pattern of gobiidae fishes. ····· 85

11. Mototsugu HAMABE and Torao SHIMIZU : On "Yori" phenomenon of cuttle fish (*Ommastrephes sloani pacificus* STEENSTRUP) ····· 97

12. Eizaburo NOGUCHI and Joji YAMAMOTO : Studies on the freshness of fish-(1) Effects of ATP and Glycogen in fish muscle upon "Arai" phenomenon (Muscle contraction caused by perfusing water) ····· 109

13. Eizaburo NOGUCHI, Joji YAMAMOTO and Nobuo TSUKUDA : Studies on the freshness of fish-(2) A relationship between "Arai" phenomenon (Muscle contraction caused by perfusing water) and the swimming activity of fish. ····· 115

14. Eizaburo NOGUCHI and Joji YAMAMOTO : Studies on the freshness of fish-(3) Changes in the value of pH and the amounts of ATP and SH group in fish muscle after death. ····· 123

15. Eizaburo NOGUCHI and Joji YAMAMOTO : Studies on the freshness of fish-(4) A hypothesis for the mechanism of "Arai" phenomenon (Muscle contraction caused by perfusing water) ····· 133

16. Eizabro NOGUCHI and Joji YAMAMOTO : Studies on the freshness of fish-(5) On a method for determination of freshness of fish by "Arai" phenomenon. ····· 141

17. Eizabro NOGUCHI and Nobuo TSUKUDA : Studies on the preservation of fish cake-(11) A survey on the heat treatment in fish cake manufacturing factories. ····· 147

18. Eizaburo NOGUCHI and Masamichi BITO : Biochemical studies on some fishes of commercial importance-(1) On the seasonal changes of partial weights and general components of mackerel (*Scomber japonicus*) caught off Tajima distrit. ····· 151

19. Eizaburo NOGUCHI and Tsuneo KOJIMA : Biochemical studies on some fishes of commercial importance-(2) Variations of partial weights and general components of mackerel, *scomber japonicus*, caught in Japen Sea. ····· 189

20. Masao HIRAI and Joji YAMAMOTO : Studies on the vitamin A content in pyloric caeca of some fishes. ····· 205

# 特定水域内におけるマイワシ産卵量推定の一例*

伊　東　祐　方

# An example in estimating the amount of sardine eggs in a certain sea area.

Sukekata Ito

## Abstract

This study aims to represent an example in estimating the amount of spawned sardine eggs as well as the number of their mother fishes, the total gross of the standing fish population and eventually the instantaneous fishing rate by drift gill nets for a certain day and for a certain sea area in the sardine fishing ground along the northen coast of Noto Peninsula.

It was thus estimated that the number of spawners and the total gross of the fish population which had existed in the examined sea area on that day rised to an enormous extent, the instantaneous fishing rate proving to be rather low.

## 1. はしがき

現行のイワシ資源調査で実施されている産卵調査は卵，稚仔の分布から産卵場，産卵時期等の生物学的特性を推定するだけにとどまらず，総産卵量さらに漁獲率，卵稚仔の減耗率をも推定することも目的の一つである。

すでに中井（'53）は産卵調査によつて得られた資料，及びその他から1949～1951年の総産卵量，漁獲率をも推定した。山中，田中（'53）も産卵量と採集量との関係につき論じ，Sette and Ahlstrom（'50）もカルホルニヤ・サーヂンについて産卵量の推定を試みている。

広範囲の海域の産卵量を推定するには卵の時間的，空間的分布，卵から稚仔に至るまでの減耗率等が究明され，その後に適切な採集計画が立案されて始めて可能であろうし，存在親魚量を推定するには親魚の性比，水子状態の個体の群組成，さらに産卵回数，抱卵数等の幾多の重要な基礎問題が解明されねばならない。しかし，現在のところこれらの諸点については，不明の点が多々あるので推定された結果にも問題があろう。

筆者は卵の分布の問題を究明するため1952年以来能登近海で精密調査，24時間連続採集調査，水平曳採集調査等を実施してきているが，その精密調査の1例から特定水域内の産卵量，存在親魚量，さらに瞬間漁獲率等をも推定してみたので報告する。

---

* 昭和28年8月日本水産学会資源分科会（新潟）に発表。

勿論，前述のように基礎問題に不明の点が多いので，推定には幾多の仮定を用いた。したがつて，えられた数値には問題はあろうが，今後の調査の参考になれば幸である。

なお，調査にあたり終始御指導を賜つた日本海区水産研究所長内橋潔氏，資源部長加藤源治氏，東海区水産研究所中井甚二郎氏，また，種々御支援を賜つた山中一郎，林繁一，西村三郎の諸氏に謝意を表わすとともに調査に協力された渡辺和春，笠原昭吾並びに第二旭丸船員諸氏に感謝するものである。

## 2. 調 査 の 方 法

時　期：　1953年5月7日　6時～16時

場　所：　輪島沖合 (Lat. (N) 37°26′36″　37°32′36″　37°32′00°　37°26′12″ / Long. (E) 136°55′00″, 136°54′12″, 136°46′24″, 136°49′12″)

方　法：　調査海域の潮流はNEの方向に流れていたので潮下から調査を始め，縦横5点，1浬間隔で25点を調査し，各点で㋮ネツト（口径 45cm 網目ミュラー No. 3 に相当）で 0←50m の垂直採集を引続き2回実施した。曳網速度は 1m/sec. を保つよう努めた。

えられた資料からマイワシ卵を撰別し，9期*に分けた。今回はその前期前（Aa）の卵（卵膜が腔擘してから卵黄の1/3を胚膜が占めるまで）について取扱つたものである。伊東他（'54）の研究結果では能登近海のマイワシの主産卵時刻は午後の8～10時と推定され，水温 13°C では放卵後から前期前（Aa）の次の前期中（Ab）の期に至るまでに要する時間は約22時間と推定されている。今回の調査時間は6～16時，水温は 0m で 13.20°C，10m で 13.00°C であつたから，調査時に採集された前期前（Aa）の期の卵の大部分は5月6日夜に産卵されたものとみることができよう。よつて今回は6日夜に産卵された卵量について取扱つたものである。

## 3. 結　　果

(1)　卵採集量の信頼性

各点で採集された前期前（Aa）の卵数を Fig. 1 に示した。各点における1回，2回の曳網を一応独立事象と仮定して二元配置法によつて点間，曳網間の変動の分散分析を行つた。なお，分析に当つては卵数分布は J-shape であるので正規型分布に近ずけるために対数変換を行つて計算し，その結果を次に示した。

| | Degree of freedom | Sum of squares | Mean square |
|---|---|---|---|
| Station | 24 | 42.2655 | 1.7611 |
| Haul | 1 | 0.0587 | 0.0587 |
| S×H | 24 | 1.1555 | 0.0481 |
| Total | 49 | 43.4797 | |

表をみれば明らかのように，点間の変動が極めて大きい。交互作用項を基準として点間，曳網間の変動を検定すると分散比は夫々 36.61, 1.22 で危険率 0.05 で点間は有意な差が認められ，曳網間では有意な差が認められない。

---

*　文献4参照

点間の変動は極めて大きい。これは各点間を独立とした場合の変動であるが，実際は Fig. 1 に示したように集中型分布をしているから各点間の相関を考え，これを分離するとはるかに小さくなるもの予想される。

次にWINSOR and CLARKE ('40) によつて曳網の変動を決定すると

$S\times H$　　$\sigma^2_{SH}=0.0481$　　$\sigma_{SH}=0.2193$

$H$　　$\sigma^2_{SH}+25\sigma^2_H=0.0587$

$\sigma^2_H=0.000424$　　$\sigma_H=0.02059$

$\sigma_{SH}=0.2193=Log\ 1.6569$

$\sigma_H=0.02059=Log\ 1.0486$

したがつて，各曳網の百分率は 48.6% となる。曳網が点，$S\times H$ の交互作用による変動誤差から独立であるとすれば，曳網の95%信頼限界は次の通りである。

$12.706\times\sigma_H=0.2616=Log\ 1.1826$

故に95%信頼限界は 84～118 % である。

次に1曳網の場合は

$\sigma=\sqrt{\sigma^2_{SH}+\sigma^2_H}=0.2227$

故に95%信頼限界は 34～287 % である。1曳網の場合の信頼限界の巾が大きいのは交互作用項の非常に大きいことによるものであり，これはさらに曳網間，点間以外に分離すべき要因があることを示すものであろう。

以下，上述のような採集精度のものにつき検討を進めていくことにする。

(2) 産　卵　量

卵の分布は集中型分布を示し，しかも曳網間の変動が比較的小さいことから各曳網の卵数の平均値をとつて等量線を描くと Fig. 1 のようになる。

調査海域では調査期間中は海流による拡散がなく，放卵後から採集されるまでに卵の減耗がないものとすると，調査海域内の主として6日夜産卵された産卵量 ($E$) は次式で求められる。

$$E=ab\Sigma PiSi$$

$a$: 調査海域の面積 $=119\times10^6 m^2$

$b$: $\dfrac{1\,m^2}{\text{ネットの口の面積}}=6.29$

$Pi$: $i$ 階級の卵数の平均値

$Si$: 調査海域に対する $i$ 階級の占める面積の比率

よつて，これから $E$ を求めると $1{,}047\times10^8$ 粒となる。

次に，ネットによる卵の採集量にはネットの濾水率が大きく影響する。中井（未発表）によれば九州海域での新しい㊙ネット（樹脂加工をほどこしてないもの）の濾水率は平均 33.77 % であつたという。筆者は今回の場合，濾水率を測定していない。また濾水率は地域，時期により，また曳網速力によつて異るので，九州海域

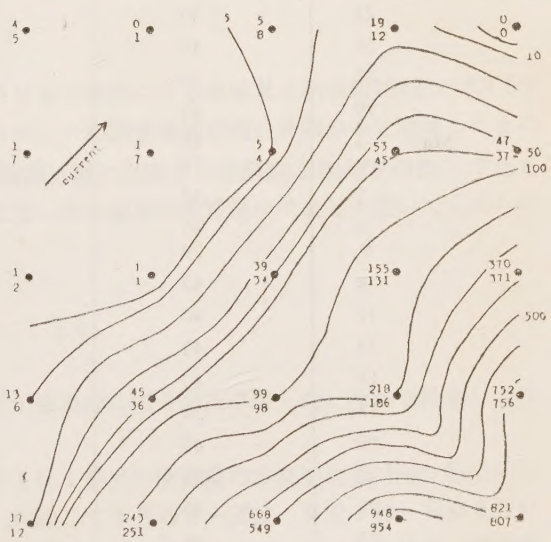



Fig. 1. Horizontal distribution of sardine eggs (development stage Aa) in the time 6:36 to 16:16, May 7, 1953.
Numerical values show the respective numbers of eggs collected by the successive two vertical hauls from 50 meter depth to surface.

でえられた値をそのまま今回の資料に用いることには問題がある。したがつて今回は濾水率を50%として，産卵量 $E$ を補正すると次の通りである。

$E=2094\times10^8$ 粒

(3) 放卵親魚数及び来游親魚数

産卵量が推定され，放卵親魚の1尾平均の抱卵数，及び1回に放卵する卵数がわかれば放卵親魚数が推定できる。また，来游群の性比及び放卵親魚の比率がわかれば来游親魚数の推定ができる。

しかし，いずれの値も確実に信頼がおける資料がえられていないので，筆者がこれまでの調査によつてえている最も妥当と思われる。値或いは終局値が過少になるような推定値を用いて放卵親魚数及び来游親魚数を推定してみた。

従来マイワシ親魚の1尾の抱卵数は3～8万粒といわれているが，卵巣中には2～3個のモードを有する卵径の相違する卵粒が存在しているので全部の卵数を推定することは極めて困難である。今回は最も大きい卵径（1.0mm 以上）に属する卵を有効放卵数として，1953年新潟県沖合で流網によつて漁獲された生殖腺重量の極めて大きい水子状態の個体即ち体長 21.0, 20.4, 20.4, 20.8cm で生殖腺重量が夫々 37.0, 26.2, 24.1, 38.0$g$ のものの有効放卵数は夫々 35,000, 36,000, 27,000, 34,000 粒と計測されたので，それらのうちの最大値をとり，1尾平均の有効放卵数を36,000粒とした。

水子状態の個体がその有効放卵数を1夜に全部放卵するか，或いは数回に分割放卵するかは現在の

| Date | Number of specimens (N) | Number of female / N (%) | Number of perfectly matured female / Number of female (%) |
|---|---|---|---|
| April 21 | 40 | 20.0 | 87.5 |
| 22 | 40 | 22.5 | 33.3 |
| 23 | 40 | 35.0 | 42.8 |
| 25 | 40 | 50.5 | 54.5 |
| 27 | 39 | 23.1 | 22.2 |
| 29 | 40 | 32.5 | 69.2 |
| May 4 | 40 | 60.0 | 16.6 |
| 〃 | 70 | 11.4 | 32.4 |
| 5 | 40 | 5.0 | 0.0 |
| 6 | 40 | 40.0 | 75.0 |
| 〃 | 20 | 25.0 | 80.0 |
| 8 | 40 | 25.0 | 100.0 |
| 12 | 40 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 40 | 5.0 | 50.0 |
| 14 | 40 | 5.0 | 50.0 |
| 17 | 39 | 23.1 | 55.5 |
| 19 | 40 | 50.2 | 62.0 |
| 20 | 37 | 48.7 | 44.6 |
| 21 | 40 | 35.0 | 85.7 |
| 22 | 39 | 38.4 | 60.0 |
| 〃 | 39 | 43.4 | 64.7 |
| 25 | 39 | 5.1 | 0.0 |
| 27 | 40 | 22.5 | 22.2 |

Table 1. Ratio in percent of females to total specimens and of perfectly matured females to total females in the sardines sampled from the catches by drift gill net from April to May, 1953.

ところ明確ではないが，筆者の調査してきたところでは分割放卵の可能性がつよい。今回は1夜に全部放卵するものとして放卵親魚数を計算すると582万尾となる。性比及び水子の混合率については輪島沖合で流網によつて漁獲された魚体の測定資料によつて検討してみたい。その資料を Table. 1 に示した。表をみれば明らかのように性比及び水子の混合率は日により，群により変動が大きく，いかなる値を用いた場合6日夜の魚群の実際を示しているか疑問の点が多い。よつて今回は第2漁期である5月4日～8日の平均値，及び調査前日の6日夜の群の値を用いて計算を進めた。

A　5月4日～8日の平均値を用いた場合

| | | | |
|---|---|---|---|
| 水子の混合率 | 50.7% | 雌親魚数 | 1,147万尾 |
| 性比♀：♂ | =1：2.6 | 雄親魚数 | 2,982万尾 |
| 来游親魚数 | | | 4,129万尾 |

・卵分布状況から調査海域は大体卵分布範囲の一象限だけを調査したものと考えられるので，調査海域内に来游した魚群量を4倍すると調査海域周辺までの大略の魚群量を推定できよう。

調査海域の周辺をも含めての魚群量は16，516万尾となり，1尾平均30匁とすると495万貫となる。

B　5月6日の値を用いた場合

| | | | |
|---|---|---|---|
| 水子の混合率 | 77.5% | 雌親魚数 | 751万尾 |
| 性比♀：♂ | =1：2.1 | 雄親魚数 | 1,577万尾 |
| 来游親魚数 | | | 2,328万尾 |
| 調査海域周辺をも含めての魚群量 | | | 9,312万尾 |
| 1尾平均30匁とすると | | | 279万貫 |

以下調査海域及び周辺に来游した魚群量をA，Bの2つの場合について推定したが，推定魚群量には相当の変異があり，いずれがより真実に近いかは不明であるとしても，調査日に来游した魚群量は極めて大群であることが推定できよう。

⑷　瞬間漁獲率

輪島地区3組合（海士町，輪島崎，輪島町）の6日夜の流網による漁獲量は出漁船109隻で6万5千貫である。漁船は調査海域周辺外にも出漁しているが，一応調査海域近傍の魚群のみを漁獲したものと仮定して，当日の瞬間漁獲率を推定すると，（輪島近海に出漁する流網船は輪島を根拠とするものが大部分で，他地域に水揚する漁船は10隻に及ばないので輪島の漁獲量を代表して用いても大した相違はない。）

| | | |
|---|---|---|
| Aの場合 | 瞬間漁獲率 | 1.3% |
| Bの場合 | 〃 | 2.3%　となる。 |

いずれも低い瞬間漁獲率と推定される。

次に手元にある資料から6日夜来游していた魚群が輪島沖に何日間位停滞したいたかを推定してみよう。

輪島海域で漁獲された魚体の体長，肥満度，及び1日1隻当り漁獲量の日別変化を Fig. 2 に示した。まず，漁獲量の変化をみると休漁日はあるが，大別して4月19日～29日，5月4日～8日5月11日～21日，5月23日～27日の4期に分けられ，この調査期は第2期に当つている。次に体長，肥満度の日別変化をみると体長では2～3のグループに，肥満度でも3～4のグループに大別できるようであり，調査期の魚群は次期の5月11日～21日の魚群とは，体長においては余り明瞭ではないが，肥満度においては明瞭に異るようであつて，一応別群と考えられる。

以上は極めて粗雑なもので断定はできないが，6日夜の魚群は7，8日の両日だけ輪島海域に存在し漁獲の対象となり，その後は移動逸散したものと推定されるようである。

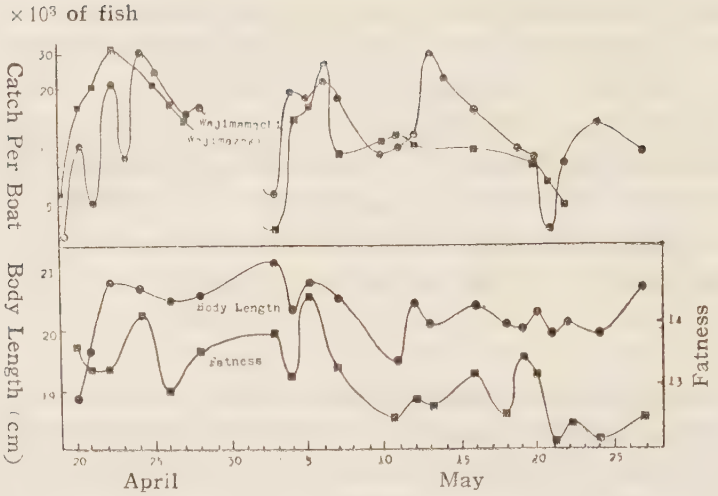



Fig. 2. Upper: Changes in the average daily catch of sardines per boat in the period April to May, 1353.
Lower: Changes in the average daily body length and fatness of sardines caught by drift gill net in the same period.

したがって，A，Bの2例につき推定した来遊魚群量に対しての6日～8日の流網の瞬間漁獲率を計算すると6日～8日の輪島海域の漁獲量は9万5千貫であるから

| | | |
|---|---|---|
| Aの場合 | 瞬間漁獲率 | 1.9% |
| Bの場合 | 〃 | 3.4% となる |

この場合も来遊群に対する瞬間漁率は低いようで，この魚群は北方に移動し漁獲されるか，逸散するものと考えられる。しかし，いずれにしても調査日前後の来遊群は莫大な量であり，瞬間漁獲率は低いものと推定される。

ここに記述した例は特例で偶然的事象であろうとの疑を抱かせるか，伊東，渡辺，西村，笠原（'53）が既に報告した資料中に示されるように，4月25日～26日，1月27日～28日の30分おきの24時間連続採集において毎回稚ネットを0(-50m に曳網した場合マイワシ卵を 500～1000 粒も採集したこと，Table. 1 に示した漁獲量及び水子の出現率の日別変化等からも，この調査日だけの特例とは考えられず，1953年の輪島海域における産卵量，魚群量は莫大であつて瞬間漁獲率が低いものであつたと推定される。

参考までに，1953年各県の春期流網の漁獲は次の通りである。

| | |
|---|---|
| 輪島地区 | 100万貫 |
| 新潟県 | 126万貫 |
| 山形県 | 23万貫 |
| 秋田県 | 36万貫 |

以上種々の仮定——放卵されてから前期前に至るまでの減耗がないものとし，海流による拡散がないものとし，濾水率を50%，抱卵数を最高値の36,000粒とし，1夜に水子状態の卵が全部放卵されるとし，水子の混合率，性比は相当日より変異があるに拘らず特定資料をもつて代表値とし，また瞬間漁獲率の推定に当つては調査海域外の漁獲も加えたり，その他種々の不備な資料——によつて推定したものであつて得られた値の信頼性には問題があるが，使用した値或いは仮定はできるだけ求める終局値が過大になるように努めたつもりである。したがつて，これらの得られた値から大羽イワシ群に

対する流網の漁獲率を推定するための一つの目安の参考にはなるものと信じあえて報告した次第である。

## 4. 今後の問題

現行の府県委託程度の産卵調査結果から産卵場，産卵期，産卵場の経年変化等の生物学的特性だけでなく，日本全域の産卵量の推定，さらに親魚数の推定を試みることは極めて幾多の問題が残されている。少くとも産卵量を推定しようとするのであれば卵の分布型，採集精度，卵の減耗率，放卵回数，抱卵数等の基礎的問題の究明が第一の問題であり，それに基いて有効適切な観測定線の決定をなさなければならない。しかし，現状からするならば広範囲の海域に亘る充分な調査をすることは困難性がつよい。したがって従来の調査によって判明している主産卵場と推定される特定海域に限定し，充分な集中調査を実施し，それらの結果から得られた値によって全体を推論するのがより効果的であろうと考えるものである。

## 文　　献


1) 中井甚二郎 ('53)：1949～51年鰯資源調査経過報告　東水研
2) SETTE O. E. and E. H. AHLSTROM ('48)：Jour. Marine Reseach Vol. 7, No. 3.
3) 山中一郎，田中昌一 ('53)：日水研鰯資源調査概要　日水研
4) 伊東祐方，渡辺和春，西村三郎，笠原昭吾 ('54)：日水研研究年報　No. I.
5) WINSOR C. P. and G. L. CLARKE. ('40)：　Jour. Marine Reseach Vol. 3, No. 1.


（附　記）

本稿印刷中次のことが判明したので附記する。

1. 榎本 ('55) は(特)ネットの濾水率を水槽実験によつて求め，曳網速力 1 m/sec 以上では 75% 前後の値をえたこの実験値は樹脂加工をほどこした新しいネットを使用したものと推定され，また横田 ('53) はネットを凡そ 36 回使用することによつて採集能率は急位に低下し，その後は比較的安定を保つと報告しているので，筆者の使用した樹脂加工をほどこしていないネットによる採集では濾水率は 75% より相当低いものと推定される。
2. 有効抱卵数について，筆者が 1954 年に石川県～秋田県では流網によつて漁獲された水子状態の 150 個体について計測した結果，平均値として2,6000粒を得た。
3. 瞬間漁獲率について，えられた値は決して低い値ではないとの示唆をえているが日本海の流網の漁業の実態をしれば肯定されると思う。

# 日本海におけるマイワシ脊椎骨数の変異について

渡　辺　和　春

# On the variation in the number of vertebrae in sardine populations from Japan Sea coasts of Honshu.

Kazuharu WATANABE

Considerations were carried out concerning the variation in the number of vertebrae in the sardine populations sampled from the Japan Sea in 1953.

(1) There was found to be significant the difference in the mean value of the number of vertebrae between the different year-classes as well as between the different body-length groups of young fishes (under one-age).

(2) No significant local variation in the number of vertebrae was seen for both young and mature fishes.

(3) Geographical cline in the number of vertebrae was to a faint degree observed for young fishes, but not at all for mature ones (one-age and over).

## I　緒　　言

日本近海のマイワシの脊椎骨数については多くの研究があるが，魚群の脊椎骨数が水産資源の研究の面でとりあげられるのはそれに種族的形質があらわれるためであり，各地域各時期に発生する集団の全体的な脊椎骨数の変異の様相を確め，それによつて魚群が時間的経過とともにどのように移動したか，或いはその後の混合過程を知ることが当面の目的であろう。しかし，筆者は現在のところ，この目的に相応した稚魚の資料が系統的に蒐集されず，その分析も行われていないのであるが一応いわし資源調査の一環として1953年に採集された資料に基き既往の資料と比較し，今後の参考資料ともなれば幸いと思い，ここにその結果の概要を報告する。報告に先立ち，御校閲を賜つた日本海区水産研究所資源部長加藤源治氏，種々御助言を戴いた同資源部山中一郎，伊東祐方両氏，測定その他常に協力を願つた同資源部第一水族生態科室員に対し深謝の意を表する。

## II　従来報告された研究

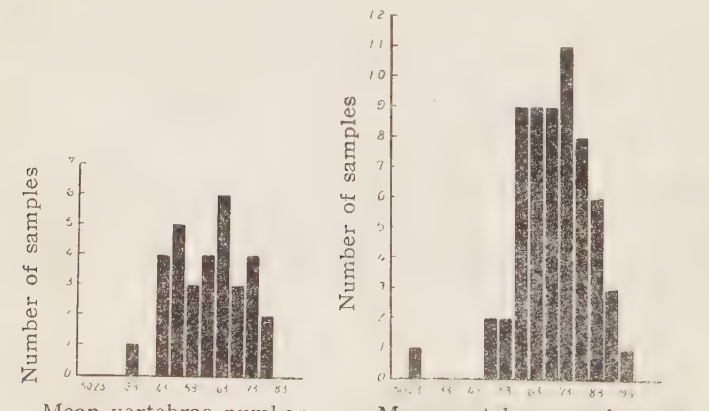
種族査定の方法としていわし類の脊椎骨数をとり上げたのは日本では雨宮，阿部（'33）雨宮，阿部，見塩，辻永（'34）等でいずれも日本近海のマイワシの平均脊椎骨数は地方的変異があり，低緯

度地方では平均脊椎骨数は少なく，高緯度になるほど多くなるとのべ，中井（'38）は日本沿岸の各地の標本を採集し若年魚のマイワシの脊椎骨数には地理的相違が認められることから産卵場を異にする群が区別されようとのべ，高年魚の脊椎骨数は統計的に差異がみられないことから大洋游し，よく混合するためであろうとし，平均脊椎骨数は 50.67±0.0037 とした。相川（'40）は日本海魚群と太平洋魚群を通じて平均脊椎骨数は 50.70±0.50 で，50.70 以上の平均脊椎骨数を示す魚群を日本海群とし 50.70以下をかすものを太平洋魚群と呼ぶことを提案した。雨宮，田村（'41）は日本各地から採集された当才魚の平均体長 40mm 以下の魚群と 41～140mm のもの，及び成魚間には脊椎骨数に差異があり，地方的相違があるとしている。このような脊椎骨数の個体変異の原因として Hubbs, C. L.（'22）は淡水魚について発生時の水温との関係を研究し，横田（'49）は雨宮，田村のシラスの計測した資料及び日向灘にての調査資料と海洋調査要報によつて発生時の水温を想定し，$y=51.486-0.056t$（y；標本脊椎骨数，t；水温）たる関係によつて近似的に示されるとのべている。すなわち，マイワシ脊椎骨数は発生時の水温によつて変異が生ずるものであるとした　その他大草周辺のマイワシの脊椎骨数について村上，真道（'49）の報告がある。

## Ⅲ　材料及び調査方法

材料は，いわし資源調査要綱に基き日本海区の各府県水産試験場及び日本海区水産研究所香住支所の協力を得て採集されたものである。マイワシ当才魚の標本は23群 1,371 尾で 1953年4—11 月に富山湾以西の日本海区で地曳網，四張網，定置網，巾着網，夜焚巾着網等によつて漁獲されたものであり，1 才魚以上の成魚の標本は 61 群 2,601尾で同年 4 －7 月に鳥取県以北日本海沿岸で流網と定置網によつて漁獲されたものである。前記各水試から送付された標本はいづれも 5—10 %のフオルマリン漬標本で脊椎骨数は Urostyle を含めて計測した。統計量を取扱う場合 sampling の地点，方法等に問題があることは筆者もみとめているが初期の計画としては止も得なかつた。

## Ⅳ　調査結果及び考察




a. Young fishes (0-age).　　b. Mature fishes (1-age and over).

Fig. 1　Frequency distribution of sample mean values of the vertebrae number in young and mature sardines from the Japan Sea.

### 1. 脊椎骨数の年級間及び体長間の変異

今回計測されたマイワシ脊椎骨数を当才魚と成魚（1才以上）に別け，群平均脊椎骨数の頻度分布をFig. 1に示した。図にみられるように当才魚群は 50.33～50.78 に分布し，成魚群は50.23～50.93 に分布し，両魚群は大体正規分布に近い型を示している。両群の平均脊椎骨数の出現頻度分布を比較すると当才魚群の総平均値は 50.63で 30.58以下の低い平均値に多く出現し，

それに比し成魚群の総平均値は 50.68 で 50.63 以上の高い平均値に多く出現し，明らかに当才魚と成魚群の平均脊椎骨数の出現頻度分布に相違がみられる。次に1953～1948年級までの年令査定実施可能な資料のみ集計し年級別平均値を Table 1 に示した。一見して1953年級は低く，1952年級は他の年級

| Year class | Age | Number of vertebrae | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 49 | 50 | 51 | 52 | $n$ | $\bar{x}$ | S. D. |
| 1953 | 0 | 5 | 588 | 757 | 21 | 1371 | 50.58 | 0.52 |
| 1952 | I | 4 | 97 | 212 | 19 | 332 | 50.74 | 0.57 |
| 1951 | II | 2 | 300 | 470 | 28 | 800 | 50.66 | 0.54 |
| 1950 | III | 1 | 97 | 170 | 6 | 274 | 50.66 | 0.47 |
| 1949 | IV | 1 | 38 | 69 | 4 | 112 | 50.68 | 0.31 |
| 1948 | V | | 6 | 6 | | 12 | | |

Tab. 1　Frequency distributions and mean values in the number of vertebrae of sardines for respective year-classes.

| Age | 0 | I | II | III | IV |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | | 3.34 | 1.95 | 1.73 | 1.31 |
| I | | | 1.63 | 1.35 | 0.77 |
| II | | | | 0 | 0.27 |
| III | | | | | 0.27 |
| IV | | | | | |

Note; $t=\frac{\bar{x}-\bar{y}}{W}\sqrt{\frac{MN}{M+N}}$, $n=M+N-2$

$t_0\,(n=\infty,\ \alpha=0.01)=2.57$

Tab. 2　Test of significance of difference in mean value of vertebrae number between different age-groups.

に比し高い傾向がみられる。年級間の変異については t- 分布によつて平均値の差の検定を試みた結果（Table 2）危険率1％とすると，1953年級と1952年級の間に有意の差がみられ，他の年級間においては有意の差が見られなかつた。次に，年令査定不可能な資料も相当多いので体長別に求めた平均脊椎骨数を Table 3 に示した。体長間の平均脊椎骨数について t— 分布によつて，その差の検定を試みた結果（Table 4）危険率1％とすると体長 40～130mm のものと 151～160mm 及び体長 181～190mm の間に有意の差が見られ，その他の体長間には有意の差がみられなかつた。したがつて，年級間の結果とほぼ一致し，若年魚と推定される魚群の体長間に有意の差がみられた。

このように若年魚において平均脊椎骨数に有意な差異が与えられるのは如何なる理由によるものであろうか。1953年及び1952年の両年において顕著な海況の変動は見られない。したがつて，このことは，若年の場合異る環境で発生した集団が充分混合せずにそれぞれ独立に漁獲された結果によるものと解

| Boyd length class (mm) | Number of vertebrae | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 49 | 50 | 51 | 52 | $n$ | $\bar{x}$ | S. D. |
| 40 ～ 130 | 5 | 588 | 757 | 21 | 1371 | 50.58 | 0.52 |
| 131 ～ 140 | | 6 | 8 | | 14 | | |
| 141 ～ 150 | | 29 | 31 | 4 | 64 | 50.61 | 0.73 |
| 151 ～ 160 | 3 | 50 | 127 | 9 | 189 | 50.75 | 0.55 |
| 161 ～ 170 | 1 | 31 | 76 | 6 | 114 | 50.76 | 0.54 |
| 171 ～ 180 | 2 | 72 | 119 | 8 | 201 | 50.66 | 0.56 |
| 181 ～ 190 | 1 | 222 | 389 | 30 | 642 | 50.68 | 0.56 |
| 191 ～ 200 | 6 | 250 | 438 | 18 | 712 | 50.61 | 0.50 |
| 201 ～ 210 | 4 | 165 | 294 | 15 | 478 | 50.63 | 0.55 |
| 211 ～ 220 | | 51 | 103 | 4 | 158 | 50.71 | 0.47 |
| 221 ～ 230 | | 9 | 13 | | 22 | | |
| 231 ～ 240 | | 2 | 5 | | 7 | | |

Tab. 3 Frequency distribution and mean values in the number of vertebrae of sardines by body-length classes.

| Body length class (mm) | 40 | 131 | 141 | 151 | 161 | 171 | 181 | 191 | 201 | 211 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 40 ～ 130 | | | 0.29 | 2.75 | 2.35 | 2.15 | 2.71 | 0.86 | 1.19 | 2.00 |
| 131 ～ 140 | | | | | | | | | | |
| 141 ～ 150 | | | | 1.09 | 1.23 | 0.44 | 0.68 | 0 | 0.20 | 0.91 |
| 151 ～ 160 | | | | | 0.08 | 0.55 | 1.14 | 2.40 | 1.88 | 0.5 |
| 161 ～ 170 | | | | | | 1.14 | 0.10 | 2.08 | 1.70 | 0.57 |
| 171 ～ 180 | | | | | | | 0.33 | 0.87 | 0.48 | 0.64 |
| 181 ～ 190 | | | | | | | | 1.77 | 1.82 | 0.45 |
| 191 ～ 200 | | | | | | | | | 0.45 | 1.84 |
| 201 ～ 210 | | | | | | | | | | 1.20 |

Note; $t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{W} \sqrt{\frac{MN}{M+N}}$, $n = M + N - 2$

$t_0(n = \infty,\ \alpha = 0.01) = 2.57$

$(n = \infty,\ \alpha = 0.05) = 1.96$

Tab. 4 Test of significance of difference in mean value of vertebrae number between different body-length classes.

される。もし脊椎骨数の変異が発生環境特に水温によつて支配されるとするならば，1953年級は西部日本海沿岸の比較的高温海域で発生したものが多く，1952年級は北部日本海沿岸の低温域で発生したものが翌年流網及び定置網に漁獲されたために，このような若年魚の年級間の差異が認められたのではないかとも考えられる。次に，1951～1949年級の成魚の年級間には，全く平均脊椎骨数に有意の差がみられない。このことは，年令が進むに従つて異る環境で発生したものが充分混合するためであろうと考えられる。

2. 地域間の変異及び既往資料との比較

a 当　才　魚

富山湾以西日本海域で採集された資料（32群 1,371尾）について，地域的変異が認められるか否かを統計学的に検定した。まづ，地域ごとの脊椎骨数統計量については Table 5 に示した。表によれ

| Number of vertebrae \ Localities | Coast of Shimane | Coast of Kyôto | Toyama Bay |
|---|---|---|---|
| 49 | 2 | 3 | |
| 50 | 304 | 143 | 141 |
| 51 | 390 | 216 | 151 |
| 52 | 6 | 6 | 9 |
| Ni | 702 | 368 | 301 |
| $\sum_{i=1}^{Ni} xi$ | 35500 | 18625 | 15219 |
| $\bar{xi}$ | 50.5698 | 50.6114 | 50.5613 |
| $\sum_{i=1}^{Ni} xi^2$ | 1795416 | 645993 | 769587 |
| $\sum_{i=1}^{Ni} (xi-\bar{xi})^2$ | 188.0602 | 105.4047 | 92.0766 |
| $\sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{Ni}(xi-\bar{xi})^2}$ | 0.517 | 0.535 | 0.553 |

Ni; Size of saple,　xi; Vertebrae number,　$\bar{xi}$; Mean of xi

Tab. 5　Statistical data for the number of vertebrae in the 0-age group of sardines.

| Variance due to | Sum of squares | Degree of freedom | Umbiased estimate |
|---|---|---|---|
| Between classes | 2.3632 | 33－1＝2 | 1.1816 |
| Within classes | 385.5415 | 1371－3＝1368 | 0.2745 |
| Total | 387.9047 | 1371－1＝1370 | |

$$F_0=\frac{1.1816}{0.2745}=4.305,\ n_1=2,\ n_2=1368,\ F_{0.01}=4.605$$

Tab. 6　Analysis of variance

ば当才魚の脊椎骨数は49から52に分布している。これらの3地域間の脊椎骨数についていづれも等平均の仮説のもとにその差を分散分析によつて検定した結果を Table 6 にした。計算によつて，$F_0$＝4.305，自由度 $n_1=2$, $n_2=1368$ のとき，危険率1％として F 分布表より $F=4.605$ を得る。したがつ

て，地域間の平均脊椎骨数は等平均値であるという仮説を棄却されない。すなわち，3地域はいずれも平均脊椎骨数には有意の差が認められないという結果を得た。次に，地域内の標本群間ごとの変動をみて，さらに，3地域間の平均脊椎骨数に差異が認められるか否かを検討した。その分散分析表を Table 7 に示した。この場合も，3地域間はいずれも等平均値であるという仮説のもとにその差を分散分析によつて検定した結果を Table 8 に示した。計算によつて，$F_0=4.337$, 自由度 $n_1=2$, $n_2=1393$ のとき危険率1％として F 分布表より $F=4.605$ を得る。したがつて，等平均値であるという仮説は棄却されず，3地域はいずれも等平均値であるという結果を得た。

| Variance due to | Sum of squares | Degree of freedom | Umbiased estimate |
|---|---|---|---|
| Between classes | 23.0953 | 31 | 0.7450 |
| Between localities | 2.3632 | 2 | 1.1816 |
| Within localities | 20.7321 | 29 | 0.7149 |
| Within classes | 364.8094 | 1339 | 0.2724 |
| Total | 387.9047 | 1370 | |

Tab. 7　Analysis of variance.

| Variance due to | Sum of squares | Degree of freedom | Umbiased estimate |
|---|---|---|---|
| Between classes | 2.3632 | 2 | 1.1816 |
| Within classes | 364.8094 | 1339 | 0.2724 |

$$F_0=\frac{1.1816}{0.2724}=4.337,\ n_1=2,\ n_2=1339,\ F_{0.01}=4.605$$

Tab. 8　Analysis of variance.

次に，富山湾以西日本海区で採集された脊椎骨数を一括して総平均値を求め，これらの値が他海区と比較して如何なる関係にあるか検討してみた。1953年級の当才魚については長崎県水試が1953年7—10月に豆り五島灘近海で得た資料がある。それらの資料と今回の日本海のものと対比したものを Table 9 に示した。表にみられるように全く同様な度数分布及び出現比率を示し，平均値もごく近

| Lacalities | Number of vertebrae | | | | | | | $M\pm\sqrt{\frac{t_\infty(0.01)}{N-1}}S$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 49 | 50 | 51 | 51 | $n$ | $\bar{x}$ | S. D | |
| Goto-nada | (0.4)<br>4 | (44.1)<br>441 | (54.5)<br>543 | (1.1)<br>11 | (100)<br>999 | 50.56 | 0.526 | 50.52～50.60 |
| Japan Sea west of Toyama | (0.4)<br>5 | (42.9)<br>588 | (55.2)<br>757 | (1.5)<br>21 | (100)<br>1371 | 50.58 | 0.521 | 50.54～50.62 |

The bracketted figures are percentage frequencies.

$$t=\frac{\bar{x}-\bar{y}}{W}\sqrt{\frac{MN}{M+N}}=2.07,\ t_0(n=\infty,\ \alpha=0.01)=2.57$$

Tab. 9　Comparison of frequency distribution and mean values in vertebrae number between the fishes from the Japan Sea west of Toyama aud those from Goto-nada (1953).

い値を示している。一応 t－分布によつて平均値の差の検定を試みた結果 t＝2.07 を得た。危険率1％として，t 分布表より n＝∞ として $t_0$＝2.57 を得た。これから両海域の平均脊椎骨数は等平均値であるという結果が得られる。すなわち，1953年級の富山湾以西日本海区で採集されたマイワシ当才魚の平均脊椎骨数は西日本海の各地の間に変異が認められず。また，九州五島灘近海のものとも地域的変異が認められないものと推定される。

一方，西海区及び日本海区の1951—1953年に亘るいわし産卵調査資料から（Fig. 2）産卵期水温を推定すると両海区とも主産卵期の水温は重複しており 14.0～16.0°C（表層）に亘つている，特に日本海区の山口・島根両沿岸の大羽いわし漁期中の海況は西海区海域とよく相似している。

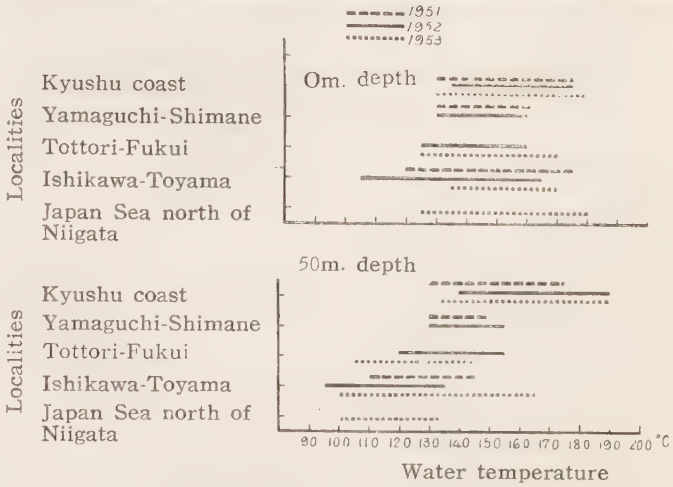



Fig. 2 Showing the range of water tepmerature in whcih sardine eggs were collected at respective localities.

西海区及び日本海区山口・島根両沿岸では 13.0～18.0°C に亘り産卵が行われるのに比し，石川県近海では 10～12.0°C の低温域でも相当行われ特に 50m 層では顕著にあらわれ，北部日本海沿岸では多少様相を異にしているようである。しかし，主産卵時の水温は各地域とも重複していることから西海区及び日本海区の両海域は環境を異にする海域とは考えられず，また脊椎骨数において五島灘の資料と対比すると，統計的にみて平均値に差がみられないことから，1953年富山湾以西日本海域で採集された当才魚は九州海域と類似した環境の基で発生した集団によるものと解される。また，このように最近の結果として主産卵時水温は日本海区と西海区とは重複し，両海区は環境を異にする海域とは考えられないということは1947年以降の九州海域におけるマイワシ主産卵場の北偏という現象とも関連あるようにも考えられる。

次に，既往資料によるマイワシ当才魚の脊椎骨数と今回の富山湾以西の日本海区で採集された資料と対比してみると，Table 10 にみられるように1947—1951年に亘る津軽海峡の資料の如く年により多少の差異が認められるが，1934—1940年に亘る相川，小西（'40）及び雨宮・田村（'41）の資料と1946—1953年にわたる各地域の資料と対比してみると，1946—1953年の平均脊椎骨数は各地域とも一般に低い傾向がみられる。

1953年富山湾以西日本海域の当才魚の平均脊椎骨数と他海域のものと次式により平均値の差の検定を試みた。（Qは3以上は有意とされている）

$$Q=\frac{x_1-\bar{x}_2}{\sqrt{E_1^2+E_2^2}}\quad(\bar{x}\cdots\cdots\text{平均値},\quad E\cdots\cdots\text{標準誤差})$$

Table 10 にみられるように 1946—1953年九州沿岸のもの及び 1948 年の津軽海峡のものとはいずれも有意な差がみられず，他の海域及び 1936—1940 年の同じ日本海の平均脊椎骨数に有意の差がみられた。

1946—1953年の各年の九州沿岸の平均脊椎骨数と今回の富山湾以西日本海の平均値とがよく似た値を示していることは興味あることで，このことは既に論述したように，日本海区及び西海区海域における主産卵時水温が重複しており環境を異にする海域とは考えられないこと，及びそれと関連して1947年以降の主産卵場の北偏という現象によつて九州海域で発生したものが日本海南部沿岸に相当添

| Author | Year of research | Localities | Range of mean vertebrae number | Number of vertebrae $\bar{x}$ | Number of vertebrae S. E. | Difference of mean | Q |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AIKAWA ('40) | | | | | | | |
| AMEMIYA, TAMURA ('41) | 1936～1940 | Pacific coast | 50.51～50.86 | 50.69 | 0.0091 | 0.11 | 6.5 |
| 〃 | 〃 | Japan Sea coast | 50.63～50.95 | 50.84 | 126 | 0.26 | 13.7 |
| 〃 | 〃 | Hokkaidô coast | 50.51～50.72 | 50.69 | 148 | 0.11 | 5.3 |
| MURAKAMI SHINDO ('48) | 1946, 1947 | Amakusa coast | 50.29～50.65 | 50.53 | 101 | 0.05 | 2.9 |
| F. R. Seikai ('52) | 1951 | Kyûshû coast | | 50.62 | 98 | 0.04 | 2.3 |
| 〃 | 1952 | 〃 | | 50.56 | 64 | 0.02 | 1.3 |
| F. E. Nagasaki ('53) | 1953 | Goto-nada | 50.47～50.64 | 50.56 | 166 | 0.02 | 0.9 |
| F. R. Hokkaido ('52) | 1947 | Tsugaru Straits | 50.75～50.82 | 50.75 | 359 | 0.17 | 4.2 |
| 〃 | 1948 | 〃 | 50.47～50.55 | 50.53 | 293 | 0.05 | 1.6 |
| 〃 | 1949 | 〃 | 50.64～50.70 | 50.67 | 226 | 0.09 | 3.4 |
| 〃 | 1950 | 〃 | 50.36～50.60 | 50.49 | 256 | 0.09 | 3.2 |
| 〃 | 1951 | 〃 | 50.59～50.74 | 50.69 | 247 | 0.11 | 3.8 |
| F. R. Japan Sea | 1953 | Japan Sea west of Toyama | 50.31～50.80 | 50.58 | 101 | | |

$$Q=\frac{\bar{X}_1-X_2}{\sqrt{E_1^2-E_2^2}}$$ ($\bar{X}_1$, $\bar{X}_2$……Mean, $E_1$, $E_2$……Standard error)

F. R. Hokkaido……Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory.

F. E. Nagasaki……Nagasaki Prefectural Fisheries Experimental Station.

Tab. 10 Comparison between the results of calculation by various authors and agencies concerning the mean values of vertebrae number with their ranges of variation for young sardines.

加されたためにこのような傾向がみられるものと推定するが，さらに，今後検討してゆきたい。

なお，相川・小西（'40）及び雨宮・田村（'41）の調査した当時の日本海沿岸のものに比し，1953年の日本海平均脊椎骨数は極めて低い。まえにのべたように他海域に比べても相川・小西（'40）雨宮・田村（'41）のものは一般に高い平均脊椎骨数を示している。このことは雨宮・田村（'41）の資料は日本沿岸各地のものを採集し，一般に高い平均脊椎骨数を示す平均体長 40mm 以下のものも計測され，40mm 以下のものと 41～140mm のもの及び成魚群の間には平均脊椎骨数に差異があることを指摘している したがつて 40mm 以下の平均脊椎骨数の高い値を示しているものが相当この資料に含まれているので1936—1940年の平均脊椎骨数は一般に1946—1953年の他の海域のもの，及び同じ日本海の1953年の資料に比し高い値を示したのかもしれない。

今回の富山湾以西日本海域で採集された当才魚の資料では既往の日本海沿岸の平均脊椎骨数に比し極めて低く，また，1946—1953年の九州沿岸の各年の平均脊椎骨数とよく似た値を示していること，及び1936—1940年の資料は津軽海峡の一部の調査年級を除く1946—1953年の資料の平均脊椎骨数に比べて一般に各地沿岸とも高い値を示していることを指摘しておく。

b　成　　魚（1才魚以上）

1才魚以上のマイワシ脊椎骨数組成を地域年令別にしたものを Table 11 に示した。

年令別による地域間の平均脊椎骨数には顕著な差異がみられないが一応 t— 分布によつて平均値の差の検定を試みた結果，(Table 12) 危険率1％として各地域間に有意の差がみられなかつた。次に，

| Age (Year class) / Vertebrae number / Localities | I (1952) | | | II (1951) | | | III (1950) | | | IV (1949) | | | V (1948) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *n* | $\bar{x}$ | S. D. | *n* | $\bar{x}$ | S. D. | *n* | $\bar{x}$ | S. D. | *n* | $\bar{x}$ | S. D. | *n* | $\bar{x}$ | S. D. |
| Aomori<br>Akita | 150 | 50.75 | 0.48 | 167 | 50.77 | 0.61 | 61 | 50.69 | 0.50 | 33 | 50.70 | 0.74 | 4 | | |
| Yamagata<br>Niigata | | | | 139 | 50.71 | 0.29 | 64 | 50.75 | 0.45 | 21 | 50.72 | 0.32 | 3 | | |
| Ishikawa<br>Fukui | | | | 343 | 50.62 | 0.48 | 124 | 50.59 | 0.61 | 53 | 50.72 | 0.48 | 5 | | |
| Kyôto<br>Hyogo<br>Tottori | 182 | 50.73 | 0.56 | 151 | 50.68 | 0.57 | 25 | 50.72 | 0.53 | | | | | | |

Tab. 11 Mean values of the vertebrae number of mature sardines in respective age-groups and localities.

| Age (Year class) | I (1952) | | | | II (1951) | | | | III (1950) | | | | IV (1949) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Localities | a | b | c | d | a | b | c | d | a | b | c | d | a | b | c | d |
| a {Aomori, Akita} | | | | 0.24 | | 0.77 | 2.23 | 1.04 | | 0.48 | 0.83 | 0.16 | | 0.13 | 0.1 | |
| b {Yamagata, Niigata} | | | | | | | 1.37 | 0.39 | | | 1.39 | 0.18 | | | 0 | |
| c {Ishikawa, Fukui} | | | | | | | | 0.86 | | | | 0.76 | | | | |
| d {Kyôto, Hyogo, Tottori} | | | | | | | | | | | | | | | | |

Note; $t=\frac{\bar{x}-\bar{y}}{W}\sqrt{\frac{MN}{M+N}}$, $n=M+N-2$, $t_0(n=\infty, \alpha=0.01)=2.57$.

Tab. 12 Test of significance of difference in the mean values of vertebrae number from respective localities.

| Localities | Number of vertebrae | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 49 | 50 | 51 | 52 | *n* | $\bar{x}$ | S. D. |
| Aomori | | 16 | 31 | 3 | 50 | 50.74 | 0.56 |
| Akita | 7 | 239 | 387 | 31 | 664 | 50.67 | 0.65 |
| Yamagata | | 29 | 62 | 3 | 94 | 50.73 | 0.51 |
| Niigata | 2 | 104 | 238 | 11 | 355 | 50.73 | 0.41 |
| Ishikawa | 2 | 234 | 387 | 20 | 643 | 50.66 | 0.53 |
| Fukui | | 45 | 63 | 5 | 113 | 50.65 | 0.56 |
| Kyoto | 1 | 35 | 103 | 7 | 146 | 50.79 | 0.52 |
| Hyogo | 3 | 117 | 194 | 3 | 317 | 50.63 | 0.50 |
| Tottori | 2 | 68 | 138 | 11 | 219 | 50.72 | 0.46 |
| Mature fishes (1-Age and over) | 17 | 887 | 1603 | 94 | 2601 | 50.68 | 0.55 |
| Young fishes (0-Age) | 5 | 588 | 757 | 21 | 1371 | 50.58 | 0.52 |
| All Japan Sea | 22 | 1475 | 2360 | 115 | 3872 | 50.65 | 0.54 |

Tab. 13 Frequency distributions and mean values in the number of vertebrae for mature sardines from respective localities.

| Localities | Aomori | Akita | Yamagata | Niigata | Ishikawa | Fukui | Kyôto | Hyogo | Tottori |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aomori | | 0.58 | 0.34 | 0.1 | 0.75 | 0.71 | 0.42 | 1.01 | 0.18 |
| Akita | | | 0.85 | 1.21 | 0.23 | 0.24 | 0.1 | 0.75 | 0.83 |
| Yamagata | | | | 0 | 1.38 | 0.77 | 0.63 | 1.19 | 0.11 |
| Niigata | | | | | 1.52 | 1.12 | 0.30 | 1.92 | 0.17 |
| Ishikawa | | | | | | 0.13 | 1.94 | 0.61 | 1.43 |
| Fukui | | | | | | | 0.64 | 0.25 | 0.86 |
| Kyôto | | | | | | | | 2.16 | 0.94 |
| Hyogo | | | | | | | | | 1.47 |
| Tottori | | | | | | | | | |

Note ; $t=\frac{\bar{x}-\bar{y}}{W}\sqrt{\frac{MN}{M+N}}$, $n=M+N-2$, $t_0(n=\infty,\ \alpha=0.01)=2.57$
$(n=\infty,\ \alpha=0.05)=1.96$

Tab. 14　Test of significance of difference in mean values of vertebrae number between respective localities.

年令査定不可能な資料を含めて1才魚以上の資料を集計したものを Table 13 に示した。しかし，この結果として表にみられるように雨宮他（'33）によつて従来論述されていた北高南低の一連の変異の傾向は見られず，地域間における平均値の差の検定を試みた結果（Table 14）危険率1%において有意の差がみられなかつた。したがつて，以上の結果から日本海のマイワシ成魚の脊椎骨数も当才魚と同様に地域的変異が認められないものと推定される。

次に既往資料の成魚の脊椎骨数と今回の日本海の資料と対比してみると Table 15 に示すように総平均脊椎骨数では中井（'38）の1936--1937年にわたつて調査した各区域の資料とよく似た平均値を示し，また，西海区水研（'53）による九州沿岸のものともよく似た値を示している。

年令別による平均脊椎骨数を対比してみると1才魚では今回の日本海の資料と既往の相川（'40）の日本海沿岸のものとよく似た平均値を示すが，西海区水研（'53）による九州沿岸のものとは多少の相違がみられるようである。西海区水研（'53）のものは当時の相川の北海道太平洋側及び太平洋本土側

a. For total mature fishes irrespective of their age.

| Author | Year of research | Localities | Number of vetebrae | |
|---|---|---|---|---|
| | | | $\bar{x}$ ± S. E. | $n$ |
| NAKAI ('38) | 1936～1937 | Tyôsen | 50.659 ± 0.0071 | 2464 |
| 〃 | 〃 | Honsyû | 50.671 ± 0.0055 | 4770 |
| 〃 | 〃 | Total of Japan Sea | 50.666 ± 0.0043 | 7234 |
| 〃 | 〃 | Pacific Ocean | 50.686 ± 0.0073 | 2968 |
| 〃 | 〃 | All Japan | 50.670 ± 0.0037 | 10202 |
| F. R. Seikai ('53) | 1952 | Kyûshû | 50.636 ± 0.0134 | 1646 |
| F. R. Japan Sea | 1953 | Japan Sea | 50.682 ± 0.0061 | 2601 |

F. R. Seikai……Seikai Regional Fisheries Research Laboratory

b. For respective age-groups of mature fishes.

| Author | Year class | Age | Localities | Number of vertebrae | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $\bar{x} \pm$ S. D. | $n$ |
| AIKAWA KONISHI ('40) | 1935, 1936, 1937 | I | Pacific corst of Hokkaidô | 50.64 ± 0.55 | 2374 |
| 〃 | 1935, 1937 | 〃 | Pacific coast of Honsyû | 50.65 ± 0.55 | 2178 |
| 〃 | 〃 | 〃 | Japan Sea of Honshû | 60.75 ± 0.59 | 785 |
| F. R. Seikai ('53) | 1951 | 〃 | Kyûshû coast | 50.65 ± 0.52 | 240 |
| F.R. Japan Sea | 1952 | 〃 | Japan Sea coast | 50.74 ± 0.57 | 332 |
| AIKAWA KONISHI ('40) | 1934, 1936 | II | Pacific coast of Hokkaidô | 50.71 ± 0.55 | 673 |
| 〃 | 1934, 1936 | 〃 | Japan Sea coast Honsyû | 50.73 ± 0.54 | 1955 |
| 〃 | 1934, 1936 | 〃 | Kyûsyû coast (Tyôsen contained) | 50.63 ± 0.55 | 1189 |
| F. R. Seikai ('53) | 1950 | 〃 | Kyûsyû coast | 50.63 ± 0.75 | 285 |
| F. R. Japan Sea | 1951 | 〃 | Japan Sea coast | 50.66 ± 0.54 | 800 |
| AIKAWA KONISHI ('40) | 1933, 1935 | III | Pacific coast of Hokkaidô | 50.75 ± 0.52 | 154 |
| 〃 | 〃 | 〃 | Japan Sea coast of Honsyû | 50.71 ± 0.58 | 338 |
| 〃 | 〃 | 〃 | Kyûsyû coast | 50.73 ± 0.54 | 428 |
| F. R. Seikai ('53) | 1949 | 〃 | 〃 | 50.64 ± 0.53 | 892 |
| F. R. Japan Sea | 1950 | 〃 | Japan Sea ccast | 50.66 ± 0.56 | 274 |
| F. R. Seikai ('53) | 1948 | IV | Kyûsyû coast | 50.64 ± 0.56 | 199 |
| F. R. Japan Sea | 1949 | 〃 | Japan Sea coast | 50.68 ± 0.31 | 112 |

Tab. 15 Comparison between the results of calculations by various authors and agencies concerning the mean values of vertebrae number for mature fishes.

の平均値とよく似た値を示している。しかし，2才魚以上になると今回の日本海の資料と西海区水研('53) による九州沿岸の年令別平均脊椎骨数はよく似た値を示し，また，発生年級別にみても両海区はよく似た平均値を示しているが，当時の相川('40) のものと比較すると，相川のものは最近の日本海区及び西海区の平均値よりやや高いようである。このように2才魚以上の高年令になると，最近の日本海の平均脊椎骨数と九州沿岸のものとは地域的に顕著な変異がみられずよく似た平均値を示しており，一方，既に指摘したように日本海の各地域間においても脊椎骨数の変異がみられなかつた。このことは中井('38) が指摘しているように年令が進むにしたがつて洄游も広範囲に亘るため異なる環境で発生した集団が相当混合するためにこのような地域間の差が認められなくなるのかもしれない。

3. 日本海系マイワシ脊椎骨数の cline について

1953年に採集された日本海マイワシの脊椎骨数の地域的変異についてはまえにのべたように当才魚及び成魚ともいずれも北高南低の傾向がみられなかつたが，さらに，1947—1952年に亘る西海区，日本海区，北海道海区水研発行の鰯資源調査資料の標本を追加し日本海系マイワシ脊椎骨数の cline について考察してみた。

1群15尾以上計測された標本について群平均脊椎骨数を緯度別に plot したものを Fig. 3, 4 に示した。図にみられるように当才魚については cline の傾向は明瞭にみられず成魚（1才魚以上）に

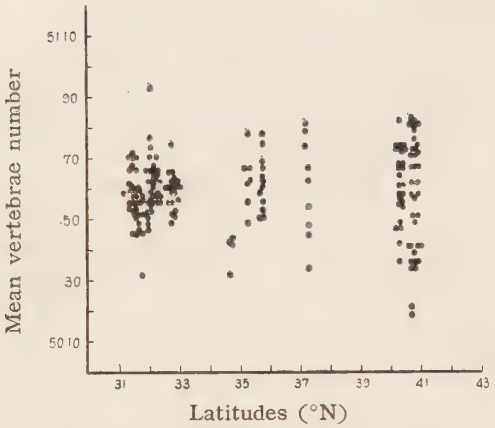



Fig. 3 Sample mean values of vertebrae number in young sardines plotted against the latitudes of sampling areas (1947-1953).

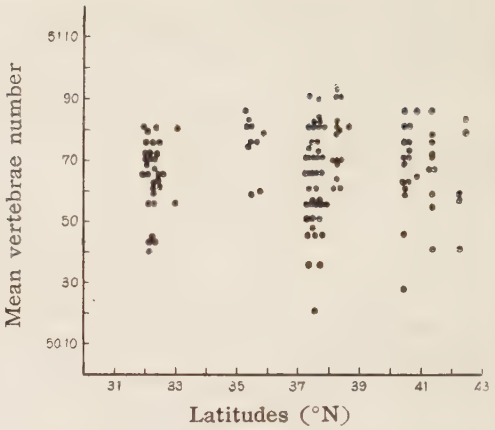



Fig. 4 Sample mean values of vertebrae number in mature sardines plotted against the latitudes of sampling areas (1950-1953).

a. Young fishes (0-age).

| Localities / Latitude (N) / Group | Kyûsyû coast | Japan Sea coast | Tsugaru straits |
|---|---|---|---|
| | 31° ～ 33° | 34° ～ 37° | 41° ～ 42° |
| 50.65≦V | 22.0% (20) | 34.4 (11) | 47.8 (31) |
| V<50.65 | 78.0 (72) | 65.6 (21) | 52.2 (34) |
| Total | 100.0 (92) | 100.0 (32) | 100.0 (65) |

b. Mature fishes (1-age and over).

| Localities / Latitude (N) / Group | Kyûsyû coast | Japan Sea coast | | | Hokkaidô coast |
|---|---|---|---|---|---|
| | 31° ～ 33° | 35° ～ 36° | 37° ～ 38° | 39° ～ 40° | 41° ～ 43° |
| 50.65≦V | 31.1% (19) | 80.0 ( 8) | 59.2 (35) | 58.8 (10) | 60.0 ( 9) |
| V<50.65 | 38.9 (12) | 20.0 ( 2) | 40.8 (24) | 41.2 ( 7) | 40.0 ( 6) |
| Total | 100.0 (31) | 100.0 (10) | 100.0 (59) | 100.0 (17) | 100.0 (15) |

( )·····Number of group

Tab. 16 Percentage occurrences of respective mean values in vertebrae number more and less than 50.65 in respective latitude zones.

ついても全くそのような傾向はみられない。次に，平均値 50.65 以上と 50.64 以下の 2 群に分け，緯度別にその出現比率を求め，Table 16 に示した。当才魚では高緯度にゆくに従つて平均脊椎骨数は 50.65 以上の出現比率が多くなり見掛上北高南低の傾向がみられたが成魚については全くそのような傾向がみられない。すなわち，50.65 以上の群の出現比率は 35—36° $N$ 海域で採集されたものが最も多く 80% を示し，他の海域では 60% 前後を示している。

当才魚において見掛上北高南低の傾向がみられるのは幼魚は成魚に比し移動が小さいことから地域的

に距つた魚群の混合は甚だ僅かしか起り得ないものと思われる。したがつて，幼魚の脊椎骨数は発生環境の影響を受けたままの様相を示し，ある程度地域的変異を示すためであろう。このような点から考察を進めると，日本海北部沿岸の低温域で発生した群が比較的多く高緯度地方にゆくにしたがつて添加するために，日本海系マイワシ当才魚において或程度 cline の傾向が認められるのではなかろうかと考えられる。次に，成魚（1才以上）については既に年級間及び地域間の変異について考察の部分で論述したように，成魚になれば泅游範囲も広く異る環境で発生した集団が種々混合されるために cline の傾向が全くみられないのであろう。

ただここに問題点がある。それは当才魚群と成魚群を比較した場合，当才魚群に比して成魚群の個体中に高い脊椎骨数を示すものが多いようであるが，この点興味深い問題であろう。

## V 摘　　要

1953年採集された日本海のマイワシ脊椎骨数の変異について考察を試みた。

1. 年級別及び体長別の脊椎骨数の変異において若年魚の魚群間に変異がみられた。
2. 当才魚群及び成魚群いずれとも脊椎骨数の地域的変異がみられなかつた。
3. 日本海系マイワシ当才魚の脊椎骨数はある程度 cline の傾向がみられたが成魚（1才以上）では全くみられなかつた。

## VI 文　　献

相川広秋・小西芳太郎（'40） 鰮漁業調査，マイワシの年令と種族について，水産試験場報告，No. 10.

雨宮育作・阿部達夫（'33） 日本沿岸特に太平洋側に於けるマイワシの地方的変異に就いて，水産学会報，Vol.1.5, No. 4.

雨宮育作・見塩忠梅（'34） 日本近海産マイワシの地方的変異，水産学会報，Vol. 6, No. 1.

雨宮育作・田村修（'41） マイワシ当才魚の脊椎骨数とその変異，水産学会報，Vol. 8, No. 314.

中井甚二郎（'38） 日本近海のマイワシ脊椎骨数と泅游について，水産研究誌，Vol. 33, No. 10.

村上子郎・真道重明（'49） 天草周辺に於ける重要生物の資源学的研究，第Ⅱ報，マイワシに関する研究，日本水産学会誌，Vol. 15, No. 3.

横田滝雄（'53） 日向灘，豊後水道のイワシ類の研究，南海区水産研究所研究報告，第2号

北海道水産研究所（'52） 北海道区資源調査要報，第1号

———————（'53） 鰮資源調査資料，1951—1952.

西海道水産研究所（'53） 鰮資源調査資料，1951—1952.

———————（'52, '53） いわし資源調査報告書，1951—1953（謄写）

長崎県水産試験場（'53） 長崎県水試調査資料，第49号，（謄写）

# カタクチイワシの脊椎骨数の変異と若年魚の月成長について

渡　辺　和　春

# Some notes on the variation in the number of vertebrae of Japanese anchovy, *Engraulis japonicus* and the monthly growth in its juveniles.

Kazuharu WATANABE

Some investigations were made concerning the variation in the number of vertebrae and the growth rate in the young stage of the anchovies which had been fished along the Japan Sea coast of Honshu, with the following results obtained.

1. The spawning season of this fish was determined to span the long term March to December from the examination on the growth curve that had been estimated and on the month of appearance of the fries.

2. A great range of variation in body length was observed on the fries and juveniles that were captured even in one occasion. This leads to the understanding that they formed almixed population of early as well as late hatches.

3. The growth of the Japan Sea anchovy that is hatched in spring was known to follow the under-given equation:

$$L = 3.293\, t^{0.1888}$$

where Y is the body length in centimeter $t$ months after hatching. It is seen, from the above relation, that one-month old fries are 3.0cm. long, the 6-month-old and the 12-month-old, respectively, 8.0 and 10.5cm. long.

4. The growth curve that was obtained in the present study falls in fairly good conformity with those acquired by previous workers.

5. The variation in the number of vertebrae of the fishes was recognized as, irrespective of their body length, not to be of local nature, but to be of seasonal. Nor was found "between year" variation in that of the fishes which had deen caught in the same season of the year.

6. There could not be seen "geographical cline" on the mean of vertebrae in the fishes arranged to body length groups.

7. It was concluded that the anchovies in the Japan Sea might be divided into "spring hatching population" and "fall hatching population", and that the seasonal variation in

the number of vertebrae might be caused probably through the different water temperature when oval development proceeded.

## I 緒　　言

カタクチイワシの研究については多くの報告があるが日本海産のものに関しては全く研究されたものはない。筆者は今回いわし資源調査の一環として極めて断片的ではあるが1950～1954年の資料に基いて日本海のカタクチイワシの脊椎骨数の変異と，そして未だ本種の年令査定が確立されていないので一応若年魚の成長について考察を試みたのでここに報告する。報告に先立ち，御校閲を賜つた日本海区水産研究所資源部長加藤源治氏，資料の一部をこころよく貸与下された同開発部長下村敏正氏，また，種々御助力をいただいた同資源部伊東祐方，西村三郎両氏，計測について常に協力を願つた同資源部大久保美智子，吉原昌恵両嬢に対し深謝の意を表する。

## II 従来報告された研究

相川（'48）は本邦沿岸におけるカタクチイワシの漁獲は周年にわたり，漁獲物組成は4cm前後のシラス群，6～8cmの小型群，10cm以上の大型群の3群よりなり，平均脊椎骨数はシラス群と大型群とではほぼ均しく，小型群のみ異ること，シラスの漁獲は春秋2回の peak を示すこと，及び Urostyle を除いた脊椎骨数の平均値は春のシラス群では44.20以上，秋のこれでは44.20以下であることからカタクチイワシは春秋2回大きな発生を行い，満1年で大部分死亡するらしいと推論した。また，相川，林（'50）は平均脊椎骨数の変異は地域的にも，また性別によつてもみられず，発生の季節的相違によつて認められることを報じた。

村上，真道（'51）は天草近海で漁獲されるカタクチイワシの魚群には平均脊椎骨数の相違する二群があり，平均脊椎骨数には地域的な変異がみられるとした。横田，古川（'52）は土々呂において漁獲されたカタクチイワシ稚魚の平均脊椎骨数と発生時の近海水温との間には，

$$y = 46.46 - 0.063t$$ （y；平均脊椎骨数　t；水温）

なる関係があり，脊椎骨数の変異の原因は発生時の水温差であつて，したがつて，変異は季節的変異の範疇に入るものとした。

一方，カタクチイワシの平均脊椎骨数の変異要因として発生時期の相違が大きな意味をもつことから，この知見と体長組成の追跡から年令及び成長の推定が相川（'48, '54）；横田，古川（'52）によつて試みられ，また，体長組成の推移及び魚鱗による年令査定結果から成長を推定する研究は中井，林，近藤（'53）；林，近藤（'54）等によつて行われた。其の他，前川，八柳（'51）；井上（'49）；田中（'53）等の体長組成の時期的推移から成長を論じた報告がある。

## III 材料及び観察方法

材料はいわし資源調査要綱に基いて，山口，島根，京都，石川，富山，青森各府県水産試験場で計測された資料及び一部は5～10%ホルマリン漬標本として送付されたものについて計測した資料を用い，また，体長 2.2～4.0cm のシラスの標本は7月から12月に主として地曳網によつて採集されたも

ので，6cm 以上の魚体は殆んど周年にわたり定置網，焚入網，四張網，旋網，地曳網，猪口網等によつて採集されたものを用いた。成長についての考察に供試した材料は1950～1953年に採集された平均体長 11.0cm 以下の魚体（標本数99群，総個体数5,264尾）の資料を使い，脊椎骨数の変異についての考察に供試した材料は1952～1954年に採集された魚体（標本数101群，総個体数7,385尾）を用い，脊椎骨数の計測はすべて本研究所で実施した。その計測方法は，体長 6cm 以上の魚体のものでは体側片面の筋肉を除去し肉眼的観察を行い，体長 2.0～4.0cm のシラスについては Hollister's solution で染色した後 glycerin で魚体を透明にし解剖顕微鏡で観察を行つた。計測は同じ個体を必ず2回算定し正確を期した。また，算定には尾部棒状骨（Urostyle）を含めた。

## Ⅳ　調査結果及び考察

### (1)　成　　長

従来日本海区のいわし資源調査においてマイワシを主体に調査を進められたこと，及び日本海におけるカタクチイワシの漁業的価値が極めて低いことから資料も断片的にしか集められないのでやむを得ず1950～1953年の資料を一括して推定を試みた。したがつて，同一地域のものについて年級ごとに追究できなかつたところに種々問題があろう。この点については田中（'52）は伊勢湾及び遠州灘のカタクチイワシについて，1951年のもの及び1952年の春季発生群の成長を推定したところ年級による成長の差がないとみている。したがつて，今回は年級による成長の差はそれほど考慮する必要はないという前提にたつて観察を進めた。まず，日本海における主な採集海域すなわち，仙崎～浜田近海，若狭湾，富山湾，陸奥湾の4海域に別け群平均体長を採集時期に対して plot した結果を Fig. 1 に示した。図にみられるように，同一時期に採集された体長の変異は極めて大きい。たとえば5月に採集されたものでは 2.3～5.7cm，7月では 2.0～8.2cm，11月では 2.5～9.1cm の範囲にわたり，カタクチイワシの成長を追跡することがいかに大きな複雑性に逢着するかの一端を示している。試みに図から成長曲線を推定すると実に多数の曲線が描かれる，すなわち，A, B, C, D, ……のいくつもの曲線が描かれ，その中で A, B, C, D は大体一つの帯状を示している。E, F, G, H, I, J 等の曲線は資料が少なく不明瞭である。一応 A, B, C, D 曲線の上縁にあたる A 曲線をたどつて発生時期を推定すると大体3月頃発生した群であることが窺われる。一方，2.2～3.5cm のシラスが8月を除き3～12月にわたり殆んど採集されている。採集された 2.2～3.5cm のシラス群は大体1カ月乃至1.5カ月前に発生したものと考えると，日本海のカタクチイワシの産卵期は3～12月の極めて長期にわたるものであることが推定され

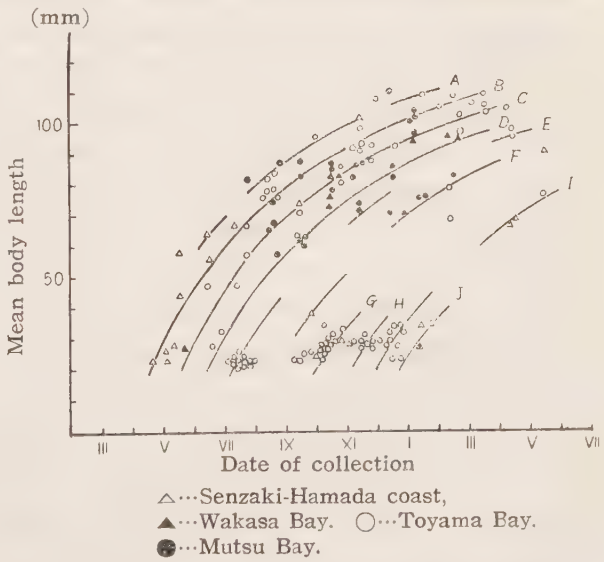



Fig. 1　Mean body length of anchovy fries sampled in respective areas along Japan Sea coast, plottied against the date of collection (1950-1954).

る。これは1950～1953年にわたるいわし資源調査の一環として行われた産卵調査の卵の採集結果，並びに1953～1954年度対馬暖流調査の稚魚網採集におけるカタクチイワシの卵，稚仔の出現時期ともほぼ一致している。なお，これらの諸報告によれば日本海における卵，稚仔の出現時期は年により多少の相違があり，また，日本海各地でほとんど連続的にシラス及び卵の出現がみられるので明瞭に産卵盛期を区別することができないが，量的に最も多い時期からおよその産卵盛期の推定を試みると，山口～兵庫県沿岸では5～7月，若狭湾では5，6月及び9月，富山湾以北日本海では5～7月及び10月頃と考えられる。したがつて，山口～兵庫沿岸では明瞭に区別することは困難であるが，若狭湾以北日本海では産卵期が2期に分れることから5～7月に発生したものは春季発生群，10月頃発生したものは秋季発生群と区別できよう。以上の結果から北部日本海では5～7月及び10月頃の2期の産卵盛期があることが窺われる。さらに，図について検討すると8月にはシラスの出現が中断されており，また，9月から翌年3月では4～6cm の魚体が僅少で空白状態を示している。このことからこれらはE曲線を限界として A, B, C, D, E 曲線と G, H, I, J 曲線との2群に大別されるようである。前と同様な方法によつて発生時期を推定すると，前者の曲線で示される魚群は3～7月上旬，後者は8月下旬から12月に発生した群であることが窺われ，前者は秋季発生群，後者は秋季発生群と大別されるのではないかと考えられる。このように推定してくると図に見られるように春季発生群に比し，秋季発生群と推定される中型群は少い，これと関連して興味あることは，1953～1954年対馬暖流調査の稚魚網に採集されたカタクチイワシの卵，稚仔の出現量を4～7月と8～12月に時期的に対比してみると8～12月にわたつて採集された量に比べて4～7月のものは量的に卵，稚仔とも遙かに多い。これらの資料の結果からただちに断定することは早計であろうが，おそらく日本海のカタクチイワシの資源は春季発生された群によつて主に維持されているように想像される。次に既に描かれた幾つかの成長曲線について地域ごとにみると，仙崎～浜田沿岸では，A, B, C 及び F, G, H, I, J 等の多数の曲線によるものであり，若狭湾では C, D 曲線で富山湾では A, B, C, D, E, F 及び F, G, H, I, J 等の多数の曲線によつて描かれ，陸奥湾では A, B, C, D, E, F の6本の曲線で描かれている。このように地区ごとにみた場合，実に多数の成長曲線で描かれることは何かの要因がなければならない。一応地域ごとに描かれた曲線をたどつて前回の方法によつて各地の発生時期を推定すると，仙崎～浜田沿岸では3～4月の春季と9～11月の秋季の2回に発生したことになり，若狭湾では C, D 曲線によつて描かれていることから大体4～5月頃であり，富山湾では多数の曲線によつて描かれていることから春季は4～6月頃，秋季は8～10月頃に発生したことが窺われる。特に富山湾において多数の曲線によつて描かれることは北部日本海のカタクチイワシの主産卵場であること及び日本海における海流の流向状態と併せ考えると興味ある点であろう。次に，陸奥湾では春季は3～6月頃秋季は8月頃に発生したものと思われる。以上地域ごとに描かれた曲線をたどつて大略の発生時期を推定したが，しかし，資料の充実した春季発生群を主体に考察を進めた場合，春季の各地域の卵，稚仔の出現時期，漁期及び産卵生態等から推定した産卵時期を比較すると，両者の発生時期は必ずしも一致するとはいえない。すなわち，前者の成長曲線から地域的に推定した発生時期は後者から推定した時期より各地域ともやや早いようである。したがつて，このことは伊東 ('53) が日本海のマイワシ当才魚の成長で論じているように，カタクチイワシの若年魚の場合も各地域とも地先海面附近で発生されたものによつて主に維持されているが少群は地先で発生した群よりも早期に発生したものによつて添加されたとみたければ説明できない。一般に日本海の海流はほぼ沿岸ぞえに北上しており，一方，カタクチイワシの産卵はごく沿岸に限られているようである。すなわち，日本海のカタクチイワシの産卵場は湾内，河口附近の比較的高温低鹹な海域に形成されているようであり，したがつて，卵分

布もごく沿岸に限られており，卵，稚仔時代は殆んど移動力がないから海流によつて運ばれながら成長を続け途中漁獲されるとみれば同一時期及び同一地域で体長の異る魚群が採集されることがあつてもよかろう。また，春季発生群及び秋季発生群全体として考察を試みた場合，たとえば11月のように同一時期で体長2.5～10.1cmの如く極めて体長の変異が大きい。この事実は同一地域でもカタクチイワシの産卵が長期にわたり殆んど連続的に行われているため絶えず発生時期を異にする魚群の混合或いは交代が行われる結果としてこのような体長の大きな変異がみられるのであろう。この点さらに極言すると同一地域及び時期において大きくみた場合，極めて発生時期の相違する春季発生群と秋季発生群が互に混合され，さらに，その上にたとえば同じ春季発生群でも前述したように，ある任意の地域で漁獲される魚群でも地先海面附近で発生した群とそれ以前に南部海面で発生した群と添加混合されるかたちで絶えず発生時期を異にする魚群の混合或いは交代が行われているために極めてその複雑性を強めているわけである。

以上環境によつて成長は殆んど変らないとみて推論を進めてきたが，成長を支配するものとしての要因は水温，天然餌料，分布密度等があり，また生理的要因によつて成長が左右されることも当然考慮すべき点であり，否定するものではない。しかし，日本海のカタクチイワシの若年魚において同一地域及び時期に極めて体長の大きな変異を示す主因は既に論述したように，カタクチイワシの産卵期は同一地域でも長期にわたるため絶えず産卵期を異にする魚群の混合或いは交代が行われること，及び春季と秋季発生群と大別し時期的に考えた場合，地先海面附近で発生した群と南部海域で早期発生した群が対馬暖流によつて北流され成長を続けながら途中添加混合するためにこのような体長の大きな変異を示すものと考えられる。

次に，春季発生群と推定される比較的資料の充実したB, C, D曲線に分布している群平均体長を一括して総平均体長を求め，経過日数に対する平均体長を描くとFig. 2となる。図に示すように

$$L=3.293t^{0.4888}$$（L；体長，t；経過日数）

なる曲線で表わされる，こうして求めた成長方程式によつて表わされた推測値と計算値がTable 1の上段に示すようによく一致することから大体日本海のカタクチイワシの若年魚はこの方程式で示されるような成長をするとみてよかろう。これによると，日本海のカタクチイワシ若年魚の成長は発生後1カ月で3.0cm，6カ月で8.0cm，満1カ年で10.5cmに成長するものと思われる。比較的早く4月頃発生したものではその年の年末には，9.0cmおくれて6月頃発生したものでは7.5cmに夫々成長することになる。以上春季発生群について成長を論じてきたが成長は環境によつて多少異るので春季発生群と秋季発生群との成長の相違ということが考えられようが残念ながら秋季発生群と思われる4cm以上の魚体は少いので比較できなかつた。今後さらに資料を充実させ検討したいと思つている。

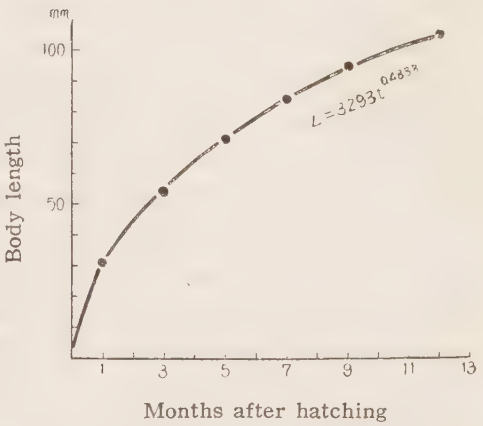



Fig. 2 Growth curve for young anchovies(spring hatches) in Japan Sea.

次に，春季発生した集団について，既往の著者の求めた成長と比較してみた（Table 1）。既往資料によると，カタクチイワシの経過日数に対する成長について詳しく記載されたものは少ないので既往の著者等の報告の結果から筆者は大体の発生した時期を推定しそれによつて経過日数に対する成長をTable 1に載せた訳であり，したがつて，既往の著者等の求めた実際の経過日数に対する成長とは或いは多少の相違はあろうかとも考えられる。まず，筆者の求めた成長と横田，古川('52)のものと

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 12 | 14 | 18 | 20 | 34 | Months after hatching / Author |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (cm) 3.0 | 4.5 | 5.4 | 6.3 | 7.1 | 7.8 | 8.4 | 9.0 | 9.6 | 10 65 | (Calculated) | | | | WATANABE ('55) |
| 3.1 | 4.6 | 5.6 | 6.5 | 7.5 | 8.2 | 8.6 | 9.1 | 9.6 | 10.5 | (Estimated) | | | | |
| 3.4 | 4.8 | 5.87 | 7.54 | | | | 9.51 | 10.06 | 11.62 | 12.58 | 14.2 | | | YOKOTA & FURUKAWA ('52) |
| 2.4 | 3.6 | 5.0 | 6.6 | 8.0 | 9.1 | 9.9 | 10.4 | | | | | | | AIKAWA ('54) |
| 2.0～4.0 | | | 5.0～6.5 | | | | 7.5～8.5 | | 9.0 | | | 10.0 | 12.0 ～13.0 | TANAKA ('53) |
| | | | | | | | 8.0～10.0 | | | | | 11.0 ～12.0 | 12.0< | NAKAI, HAYASHI & KONDO ('52) |
| 2.0～3.5 | | | 5.0～5.5 | | | | 8.0～9.0 | | | | | 11.0 ～12.0 | 12.0 ～13.0 | HAYASHI & KONDO ('54) |
| | | | | | | 7.0 | | | 9.0 | | | | | MAEKAWA & YATSUYANOGI ('51) |
| 2.8～4.4 | | | | | 6.8～7.4 | | | | | | | | | INOUE ('49) |

Table 1　Comparison of growth Pattern now of ained with those by previous authors.

比較すると発生9カ月までは約 0.5～1.0cm の成長の相違がみられ，満1年で約 1cm の差異があり，横田，古川('52) のものは筆者の求めた成長よりややよい。相川('54) のものとは発生3カ月まで筆者のものは約0.5cm 位成長がよいが，発生8カ月で逆に相川 ('54) のものは約1.5cm 成長がよい傾向を示している。田中('53)のものでは満1年において大体 1.5cm の成長の相違がみられ筆者の方がややよい。次に，中井他('52)；林，近藤('54) の発生 8，9 カ月経過したと推定されるものと対比してみると 0.5～1.0cm 前後の相違があるが筆者のものとほぼ一致しているようである。また，前川，八柳 ('51) 及び井上 ('49) のものとでは発生6カ月経過して 1.0～1.5cm の相違がみられ筆者の求めた成長はややよい。以上既往資料と比較してきたのであるがその結果 0.5～1.5cm 前後の成長の差が認められるに過ぎないのでこのような成長の差から考えて既往の研究者の求めた地域のものと日本海のカタクチイワシ若年魚とはほぼ一致した成長傾向を示しているとみてよかろう。このようにカタクチイワシ若年魚の場合，各研究者の求めた成長を相互に比べてみるとその差は僅少に過ぎないが，中井他('52)；田中('53)；林，近藤('54) のものと横田，古川('52) の求めたものとは1年以上において成長の差が大きいようである。このことは横田，古川 ('52)；相川 ('48) はカタクチイワシの寿命を1.5年と推定しているのに対し中井他 ('52)；林 ('54) 等は年令査定を試みた結果3才まで査定を行つている，このようにカタクチイワシの年令査定が確率していないため高年令群では，成長が著者により大きな差が認められるのであろう。

日本海のカタクチイワシの寿命については未だ年令査定法が確立されていないので断言できないが，地域別の体長組成及び日本海のカタクチイワシ大型魚の脊椎骨数の季節的変異の結果等から併せ考えると日本海のカタクチイワシもおそらく，3年位まで生存するものではなかろうかと筆者は考えている。

(2)　脊椎骨数の変異について

脊椎骨数の考察に供試した1952～1954年にわたる日本海のカタクチイワシの標本は3個の体長群に分けられる。すなわち，平均体長 2.0～4.0cm のものをシラス群或いは小型群とし，平均体長 6.0～9.5cm のものを中型群とし，平均体長 9.6cm 以上のものを大型群とした。これらの体長群ごとについて脊椎骨数の季節的変異の考察を試みた。

まず，シラス群（小型群）については1952年においては10月及び12月の資料があり，1953年では7～12月の資料がある。季節的に連続して採集された群は夫々同一母集団とみなし各集団の平均脊椎骨

数を Table 2 に示した。

| Season of hatching | Sampling period | Number of sample | Body length range (cm) | Number of vertebrae 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | $n$ | $x \pm$S. D. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spring | 1953 7/13～ 7/24 | 12 | 1.7～3.5 | | 23 | 717 | 285 | 3 | 1028 | 45.26±0.55 |
| Autumn | 1953, 9/13～ 9/14 | 6 | 1.8～3.3 | | 20 | 423 | 117 | | 560 | 45.17±0.48 |
| | 1952, 9/30～10/30 | 11 | 1.9～4.5 | 1 | 22 | 329 | 84 | 1 | 437 | 45.14±0.48 |
| | 1953, 10/14～10/27 | 5 | 2.5～3.7 | | 1 | 176 | 33 | | 210 | 45.15±0.39 |
| | 1952, 9/30～10/30<br>1953, 10/14～10/27 | 16 | 1.9～4.5 | 1 | 23 | 505 | 117 | 1 | 647 | 45.14±0.46 |
| | 1953, 11/14～11/19 | 8 | 2.5～3.7 | | | 311 | 69 | | 380 | 45.18±0.38 |
| | 1952, 12/ 1～12/30 | 7 | 2.1～3.1 | 2 | 27 | 196 | 52 | 1 | 278 | 45.08±0.56 |
| | 1953, 12/13～12/16 | 2 | 2.1～3.1 | | | 67 | 13 | | 80 | 45.16±0.36 |
| | 1952, 12/ 1～12/30<br>1953, 12/13～12/16 | 9 | 2.1～3.1 | 2 | 27 | 263 | 65 | 1 | 358 | 45.10±0.52 |

Table 2. Frequency distributions and total sample means in vertebrae number of the anchovies caught in Toyama Bay in respective period.

| Season of hatching | Sampling period | Number of sample | Body length range (cm) | Number of vertebrae 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | $n$ | $x \pm$S. D. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spring | 1953, 7/13～ 7/24 | 12 | 1.7～3.5 | | 23 | 717 | 285 | 3 | 1028 | 45.26±0.55 |
| Autumn | 1953, 9/13～12/16 | 21 | 2.1～3.7 | | 21 | 977 | 232 | | 1230 | 45.17±0.44 |
| | 1952, 9/30～12/30 | 18 | 1.9～4.5 | 3 | 49 | 525 | 136 | 2 | 715 | 45.12±0.53 |

Table 3. Comparison of vertebrae number between spring and autumn hatches caught in Toyama Bay.

| Season | Spring, 1953 | Autumn, 1953 | Autumn, 1952 |
|---|---|---|---|
| Spring, 1953 | | 3.05 | 3.88 |
| Autumn, 1953 | | | 1.54 |
| Autumn, 1952 | | | |

Note ; $t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{W} \sqrt{\frac{NN}{M+M}}$, $n = M + N - 2$

$t_0 = 2.57$ ($\alpha = 0.01$, $n - \infty$)

$1.96$ ($\alpha = 0.05$, $n = \infty$)

Table 4. Test of significance of difference in mean vertbrae number between spring and autum hatches.

表をみれば明らかのように1953年7月に採集されたものは平均脊椎骨数45.26の値を示し，他の群はいずれも45.18以下の値を示しやや低い。筆者が日本海のカタクチイワシ若年魚の成長で述べたよ

うに，一応7月に採集されたシラス群を約1カ月乃至1.5カ月前に発生したものと推定すると，大体6月頃発生したものであり春仔群とされ，9月以降採集されたシラス群は秋仔群と推定される。したがつて両群を夫々年級ごとに一括し総平均値を求めると，Table 3 に示したようになる。一見して春仔群の平均値はやや高く，秋仔群は1952年及び1953年級ともやや低い値を示している。

試みにt一分布による平均値の差の検定を行つた結果（Table 4），危険率1％とすると，1953年の春仔群と1953年及び1952年の秋仔群との間に有意の差がみられた。また，同じ季節に採集された1953年の秋仔群と1952年秋仔群とでは危険率5％で有意の差がみられなかつた。

以上の結果から富山湾で採集された春仔群と秋仔群の平均脊椎骨数は季節的変異によるものであろうと考えられる。また，同じ季節に出現したシラス群の平均脊椎骨数において年変異が小さい，したがつて，同じ季節に採集されたシラス群では年が違つても似た特徴を保持しているとみなせよう。

次に，中型魚について考察を進めよう。資料は極めて少なく，かつ経続的に蒐集されなかつたので日本海全域にわたつて採集されたものを6月以前の漁期と8月以降に採集された二つの群に別け年度別の平均脊椎骨数の値を Table 5 に示した。興味あることは春季採集されたものでは一標本ごとの

| Sampling period | Number of sample | Range of sample mean body length (cm) | Number of vertebrae 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | $n$ | $\bar{x}\pm$S. D. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1953, 4/20～ 4/25 | 4 | 6.59～9.17 | | 20 | 177 | 31 | | 228 | 45.05±0.46 |
| 1953, 8/ 6～10/15 | 7 | 7.5 ～8.38 | | 13 | 163 | 106 | 2 | 284 | 45.34±0.57 |
| 1954, 7/28～ 9/24 | 8 | 6.2 ～8.92 | | 1 | 88 | 45 | 3 | 137 | 45.36±0.54 |

Table 5. Frequency distributions and mean values of vertebrae number in total samples of middle-sized anchovies caught in Japan Sea in respective seasons.

| Season | Spring, 1953 | Summer-autumn 1953 | Summer-autumn 1954 |
|---|---|---|---|
| Spring, 1953 | | 4.51 | 4.07 |
| Summer-autumn, 1953 | | | 0.26 |
| Summer-autumn, 1954 | | | |

Note ; $t=\frac{\bar{x}-\bar{y}}{W}\sqrt{\frac{MN}{M+N}}$, $n=M+N-2$

$t_{,}=2.57$ ($\alpha=0.01$, $n=\infty$)

$1.96$ ($\alpha=0.05$, $n=\infty$)

Table 6. Test of significance of difference in mean vertebrae number between spring and summer-autumn chatches of middle-sized fish.

群平均脊椎骨数の範囲は45.00～45.09で極めて低い。また夏，秋季に採集されたものでは1953年は45.07～45.54，1951年では45.06～45.55であり，45.10以下の低い平均値を示す群は極めて少なく，殆んど45.25以上の高い平均値を示す群が多い。Table 5 に示すように一見してシラス群の春仔と秋仔の総平均脊椎骨数の差に比べてその差の変異は大きい。t一分布によつて6月以前の群と7月以降に採集された群の平均値の差の検定を試みた結果（Table 6）危険率1％で明らかに有意の差がみられ

た。一方，今回の中型魚の各標本の平均体長について，筆者の求めた若年魚の成長曲線からおよその発生時期を想定すると，春季採集された中型魚は大体前年の秋季発生したものと思われ，夏，秋季に採集されたものはその年の春季発生したものと推定される。したがつて，春季発生したものは脊椎骨数は高く，秋季発生したものは脊椎骨数は低いという傾向が示されることになり，既往の相川（'48, '54）の研究結果と一致し，また，今回のシラス群の平均脊椎骨数の季節的変異とも一致している。したがつて，中型魚においても明瞭な季節的変異を示すものと思われる。また，採集年度が違つているが，同じ夏，秋季に出現した1953年のものと1954年度の両群の平均値の差の検定を試みた結果，危険率5％で有意の差がみられず，極めてその変異は小さいことから採集年度が異つても同季に採集された中型魚の平均脊椎骨数の変異が認められないものと考えられる。

次に，大型魚についてであるが，この場合も中型魚と同様に6月以前に採集されたものと7月以降に採集されたものとの2群に別け，採集年度，季節及び地域別に求めた平均脊椎骨数の値を Table 7 に示した。なお資料の都合で同年に採集されたものを比較できなかつたが，一応 t— 分布によつて平均値の差の検定を試みた結果（Table 8），まず，同じ地域である富山湾の1953年1～6月に採集さ

| Sampling period | Localities | Number of samples | Range of sample mean body length (cm) | Number of vertebrae 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | $n$ | $\bar{x}\pm$S. D. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1953, 1/26～ 6/ 9(Ⅰ) | Toyama | 13 | 10.6 ～11.81 | 6 | 163 | 869 | 361 | 16 | 1415 | 45.15±0.64 |
| 1953, 4/30～ 5/20(Ⅱ) | Kyôto | 3 | 11.03～12.74 | | 12 | 126 | 29 | | 167 | 45.10±0.48 |
| 1952, 8/ 5～ 9/10(Ⅲ) | Toyama | 4 | 11.13～12.23 | | 23 | 327 | 189 | 1 | 540 | 45.31±0.56 |
| 1952, 6/15～ 8/12(Ⅳ) | Kôyto | 5 | 9.64～13.47 | | 4 | 123 | 52 | 1 | 180 | 45.28±0.51 |
| 1952, 7/31～10/27(Ⅴ) | Yamagata | 6 | 10.71～11.62 | | 12 | 301 | 138 | 10 | 461 | 45.32±0.55 |

Table 7. Frequency distributions and means of vertebrae number in total samples of large-sized anchovies caught in Japan Sea in respective seasons.

| Season | (Ⅰ) | (Ⅱ) | (Ⅲ) | (Ⅳ) | (Ⅴ) |
|---|---|---|---|---|---|
| Winter-spring, 1953 (Ⅰ) | | 0.78 | 4.05 | 2.07 | 4.40 |
| Spring, 1953 (Ⅱ) | | | 4.63 | 2.41 | 3.47 |
| Summer-autumn, 1952 (Ⅲ) | | | | 0.48 | 0.21 |
| Summer, 1952 (Ⅳ) | | | | | 0.56 |
| Summer-autumn, 1952 (Ⅴ) | | | | | |

Note; $t=\frac{x-y}{W}\sqrt{\frac{MN}{M+N}}$, $n=M+N-2$

$t_0=2.57$ ($\alpha=0.01$, $n\ \infty$)

Table 8. Test of significance of difference in mean vertebrae number between seasons.

れたものと1952年8～9月に採集されたものでは危険率1％で顕著な有意の差がみられ，また，京都では1953年の4，5月に採集されたものと1952年6～8月に採集されたものでは危険率5％で有意の差

かみられた。次に，採集年度或いは地域等いずれも異つているが一応季節的に大別して比較すると冬，春季に出現した各地域のものと夏，秋季に出現した群の平均脊椎骨数の間には危険率5％乃至1％で有意の差がみられた。また，同年，同季に採集された各地域間の脊椎骨数の変異は小さく，危険率5％でいずれも有意の差が認められなかつた。

このように採集年度は多少異つているが大型魚群と同様に冬，春季に採集されたものは平均脊椎骨数は低く，夏，秋季に採集されたものは高く，季節的変異を示すものと考えるが中型魚群ほど季節的に大別した両群の平均値の差は大きくみられないようである。相川('48)は周年にわたり採集されるカタクチイワシの平均脊椎骨数はシラス群と大型群とは等しく，小型群（日本海の場合は今回の中型魚群が対照となる）は異ると報告しているが日本海の場合は必ずしも同時期に出現するシラス群と大型群の平均脊椎骨数は同様な傾向を示すとはいえず逆な傾向を示している。すなわち，冬季及び春季出現群を例にしてみる大型魚は富山湾では平均脊椎骨数45.15±0.64，京都では45.10±0.48，で低く，一方，シラス群では45.26±0.55で高い値い値を示し，むしろ同季に出現した中型魚の平均脊椎骨数45.05±0.46と大型魚群の平均値と似た値を示している。また，夏，秋季群の場合でもこのようなことがいえる。以上の事実から今回の筆者の小型，中型魚群についての脊椎骨数の季節的変異の吟味の結果，及び相川('48)が春仔群は45.20以上の高い平均値を示し，秋仔群は45.20以下の低いことを指摘していること，及び今回の大型魚群の各標本の群平均体長は9.14～13.40cmで10.5, 11.0, 11.5cmに大々平均値の山がみられる群が多く，これらの体長分布等から綜合して推定するならば，大型魚の冬季及び春季出現した群は前々年の秋季発生したものであり，また，夏季及び秋季に出現した群は前年の春，発生した群が漁獲されいずれも発生後1.5年以上経過したものではないかと思われる。この点についてはさらに今後詳細に検討してみたい。相川('48)は満1年で同一個体が春秋2回産卵をすませば大部分死亡するらしいと想像しているが，日本海の大型魚の脊椎骨数の変異の結果，及び体長分布等から満1年以上経過しても相当産卵に参加し，3年位まで生存するものと想像されることから，相川('48)が指摘しているように同季に出現する大型魚とシラス群の平均脊椎骨数は必ずしも一致した傾向を示すとみなくてもよかろう。また，相川('48)はカタクチイワシは半年で成熟し同一個体が年に2回産卵すると報告しているが，筆者はこの点について疑問に思つている。日本海におけるカタクチイワシの発生後約半年にあたる中型魚群はいずれも生殖腺は未熟であることから発生後半年で産卵に参加するとは考えられず，たとえば春季発生群であれば満1年目にあたる翌年の春季に始めて産卵に参加するものと想像している。この点については現在までの資料が少ないのでさらに今後の問題として充分検討したい。

次に，地域的変異については，若干大型魚で前述した如く極めて変異が小さいのであるが，一応小型，中型，大型魚群の成長段階別及び時期，地域別に求めた平均値を Table 9 に示した。（次表参照）

表をみれば明らかのように同じ季節に採集された小型，中型，大型魚群のいずれも採集年度が違つてもその変異は小さく，同季に採集されたものを成長段階別について，地域的に平均値の差の検定を試みた結果（Table 10）危険率5％で小型，中型，大型魚群いずれとも地域的に有意の差がみられず，極めてその変異は小さい。また，この Table 9 をみれば小型，中型，大型魚群とも季節別にみた場合従来マイワシ脊椎骨数に関して論述されているような一連の北高南低の傾向は明瞭にみられず，ただ1952年の秋季出現した大型魚群にはある程度その傾向がみられるが，この資料を以てただちに cline の傾向があると断言することは早計であろう。

以上の如く脊椎骨数の地域的，季節的変異について成長段階別に考察を進めてきたがこれを綜合してみると，日本海のカタクチイワシの脊椎骨数の変異は小型，中型，大型魚群いずれとも地域的変異の傾向はみられず，明らかに季節的変異によるものであるといえる。また，採集年度が違つても同季

a. Summer to autumn.

| Group | Localities | Sampling period | Number of sample | Range of sample mean body length | Number of vertebrae | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | $n$ | $\bar{x}\pm$S. D. |
| | | | | (cm) | | | | | | | |
| Small | Yamaguchi | 1953, 9/17～11/9 | 4 | 2.32～3.78 | | 18 | 134 | 42 | | 194 | 45.12±0.55 |
| | Toyama | 1953, 9/13～12/16 | 15 | 2.14～3.03 | | 5 | 632 | 143 | | 780 | 45.17±0.43 |
| | Toyama | 1952, 9/30～12/30 | 18 | 2.24～3.33 | 3 | 49 | 525 | 136 | 2 | 715 | 45.12±0.53 |
| Middle | Kyôto | 1953, 10/ 8～10/15 | 2 | 7.21～8.17 | | | 87 | 43 | | 130 | 45.33±0.46 |
| | Ishikawa | 1953, 8/ 6～ 8/12 | 4 | 7.71～8.38 | | 13 | 69 | 58 | 1 | 141 | 45.33±0.64 |
| | Aomori | 1954, 7/22～ 6/24 | 8 | 6.20～8.92 | | 1 | 88 | 45 | 3 | 137 | 45.36±0.54 |
| Large | Kyôto | 1952, 6/15～ 8/12 | 5 | 9.64～13.47 | | 4 | 123 | 52 | 1 | 180 | 45.28±0.51 |
| | Toyama | 1952, 8/ 5～ 9/10 | 4 | 11.13～12.23 | | 23 | 327 | 189 | 1 | 540 | 45.31±0.56 |
| | Yamagata | 1952, 7/31～10/27 | 6 | 10.71～11.62 | | 12 | 301 | 138 | 10 | 461 | 45.32±0.55 |

b. Winter to spring.

| Group | Localities | Sampliag period | Number of sample | Range of sample mean body length | Number of vertebrae | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | $n$ | $\bar{x}\pm$S. D. |
| | | | | (cm) | | | | | | | |
| Middle | Shimane | 1953, 4/20～ 4/27 | 2 | 6.59～6.94 | | 5 | 80 | 7 | | 92 | 45.02±0.31 |
| | Toyama-Kyôto | 1953, 5/10～ 5/20 | 2 | 7.76～9.17 | | 15 | 97 | 24 | | 136 | 45.06±0.56 |
| Large | Toyama | 1953, 1/25～ 6/9 | 13 | 10.60～11.81 | 6 | 163 | 869 | 361 | 16 | 1415 | 45.15±0.44 |
| | Kyôto | 1952, 4/30～ 5/20 | 3 | 11.03～12.74 | | 12 | 126 | 29 | | 167 | 45.10±0.48 |

Table 9. Frequency distributions and total sample mean in vertebrae number of Japan Sea anchovies by seasons, size groups and localities.

a. Summer to autumn.

| Group | Localities | $t=\frac{\bar{x}-\bar{y}}{W}\sqrt{\frac{MN}{M+N}}$ |
|---|---|---|
| Small | Yamaguchi; Toyama (1953) | 0.96 |
| | Yamaguchi; Toyama (1952) | 0 |
| Middle | Kyōto; Isikawa | 0 |
| | Kyōto; Aomori | 0.31 |
| | Jsikawa; Aomori | 0.32 |
| Large | Kyōto; Toyama | 0.48 |
| | Kyōto; Yamagata | 0.56 |
| | Toyama; Yamagata | 0.21 |

b. Winter to spring.

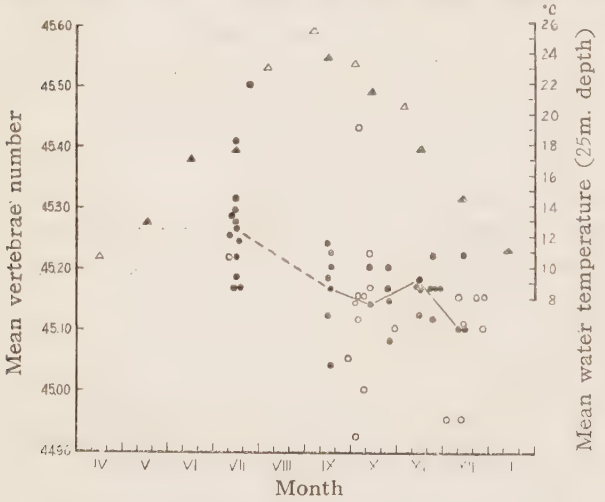
| Group | Localities | $t=\frac{\bar{x}-\bar{y}}{W}\sqrt{\frac{MN}{M+N}}$ |
|---|---|---|
| Middle | Shimane; Kyôto Toyama | 0.42 |
| Large | Kyōto; Toyama | 0.78 |

$t_0=1.96$ ($n_1=\infty$, $\alpha=0.05$)

Table 10. Test of significance of local difference in mean vertbrae number.

に採集されたものは極めてその変異は小さいことから季節的変異の傾向ということが強く影響していることを物語るものであろう。

このように成長段階別にみて季節的変異がみられるのは如何なる原因によるものであるか考察を進めた。脊椎骨数の変異の原因として Hubbs, C. L. ('22) は淡水魚において実験を行い，横田，古川 ('52) は土々呂沿岸の水温とカタクチイワシのシラスの脊椎骨数の変異との関係を研究し発生時の水温によつて変異を生ずることを報告している。筆者もこの原因を追求する試みとして一応今回採集された富山湾のシララスについて，シラス標本の成長から1カ月乃至1.5カ月前に富山湾で産卵し成長したものとみなし，他方，対馬暖流水域調査の一環として実施された，富山湾の1952～1953年観測資料の各月観測点 25m 層平均水温をとつて大体の発生時期の水温とみなし，脊椎骨数の季節的変異との関係について考察してみた (Fig. 3)。まず，採集年度別に群平均脊椎骨数 (1953年7，9月は1群100尾，他の月はすべて1群40尾)を季節別に plot してみると，図にみられるように1952年と1953年の同時期に採集された各群の平均脊椎骨数の間には明瞭な変異の傾向がみられず，また，年級が違つても同季に採集されたシラス群は似た特徴を保持している点は既に指摘してきたので，両年を一括して検討してみると，7月に採集したものは他の月に比して平均脊椎骨数は高く殆んど 45.20 以上の平均値に分布しているが，9～12月に採集されたものは明瞭に季節的変異がみられず，平均脊椎骨数は 45.20 以下の低い値を示している。したがつて，7月に採集された群と9月から12月につわたて採集されたものとは明らかに差が認められるが 9～12月の間では明瞭な季節的変異はみられない。次に，1952～1953年の各月に採集した群を一括して月平均脊椎骨数の季節的変異についてみると，矢張り前述の結果とよく似た傾向を示し，7月に採集したものはやや高く，9月以降のものは一般に低い値を示し，9～11月にかけて明瞭な変異傾向はみられず，12月はやや低い。




Mean water temperature (△……1952, ▲……1953).
Mean vertebrae number (○……1952, ●……1953).

Fig 3. Seasonal variations of mean vertebrae number in anchovy fries and of mean water temperature at 25 m. depth in Toyama Bay. (1952-1953)

一方，富山湾の 1952年及び 1953年の各月の 25m 層平均水温についてみると，6月中旬から7月中旬までは 17.5°C 前後であり，8月上旬では急激に上昇して 23.0°C になり，9月中旬では 25.5°C で最高温を示す。10月中旬頃から水温が下降し始め11月中旬では再び 17.5°C 前後に下降する。以上のように富山湾の水温は季節的に顕著な変化をみせるが，水温の変化に比べて脊椎骨数の変異の傾向はそれほど明瞭とはいえないが大体両者が関係あるようにも考えられる。しかし，横田，古川 ('52) が指摘しているように発生時水温と平均脊椎骨数とは，$y=a+bt$ なる関係があるとすれば，高い水温で発生したものは平均脊椎骨数が低く，低水温で発生したものは高い値が示されることになり，富山湾の場合も急激な水温の変化をみせるため逆な相関がみられなければならぬはずであるが，そのような顕著な傾向はみられない。したがつて，横田，古川 ('52) の報告の如く発生時の急激な変化のみによつて顕著な脊椎骨数の変異をきたすとは説明しがたい。しかし，大略的にみて春季及び秋季発生期

間中の水温の差は相当みられ発生時の水温との関係を無視することはできない。

いずれにせよシラスに限らず中型，大型魚群とも脊椎骨数の季節的変異がみられることから日本海のカタクチイワシにおいても産卵期を異にする春季及び秋季発生集団の2群に大別されよう。しかし，このような季節的変異の原因は遺伝的及び環境要因の両者によつて生ずるわけであり，今回の結果から確定したことは断言できないが，既に論述した如く環境要素である水温は春季と秋季発生期間中には相当の差がみられ，それと相関して脊椎骨数の季節的変異が認められ，ある程度相関関係をもつような法則がみられることからカタクチイワシの脊椎骨数の変異の主因は発生時の水温によつて生ずるものであろうと考えられる。このような観点にたてば同一時期のシラス群の平均脊椎骨数に地域的変異がみられないことや同じ季節に発生したシラス群おいて年は違つても似た特徴を保持していることなどの事実は，発生区域の環境要因によつて影響される結果によるものであり，おそらく各地共，同一環境下において産卵するためであろうと解釈されるのである。

## V　摘　　要

日本海のカタクチイワシの脊椎骨数の変異と若年魚の成長について考察を試みた。

1. 日本海のカタクチイワシ若年魚の成長曲線及びシラスの出現時期から産卵期は3～12月の長期にわたるものと推定した。

2. カタクチイワシの若年魚の成長において同一時期に採集された魚体の体長は極めて変異が大きい。この主因は産卵期の相違する魚群の混合或いは交代が行われる結果によるものと解釈した。

3. 春季発生群を主体としたカタクチイワシの若年魚の月成長は，$L=3.293t^{0.4888}$ 一種の抛物線にて示され，発生1カ月で3.0cm，6カ月で8.0cm，満1年で10.5cmに夫々成長するものと推定される。

4. 既往の研究者の若年魚の成長と今回筆者の求めた成長とほぼ一致する。

5. 日本海のカタクチイワシの脊椎骨数の変異はシラス群及び中型，大型魚群いずれも地域的変異ではなく，季節的変異であり，年が違つても同じ季節で採集された魚群の平均脊椎骨数の差は小さく，変異が認められなかつた。

6. 日本海のカタクチイワシは成長段階別にみても脊椎骨数には cline の傾向は認めがたい。

7. 日本海のカタクチイワシは脊椎骨数の変異から産卵期を異にする春季及び秋季発生群に大別され，脊椎骨数の変異は環境要因，特に発生時の水温によつて生ずるものと推定した。

## VI　文　　献

相川広秋 ('48)　魚族の脊椎骨の変異と其の意義，農学 Vol. 2, No. 6.

———— ('49)　水産資源学総論，P. 410，東京

———— ('54)　カタクチイワシの資源生物学的研究。（謄写）

AIKAWA, H. HAYASH, T. FURUKAWA, Y. ('50)　Vertebral count and growth of Japanese Anchovy. *Engranlis japonicus* TEMMINEK et SCHLEGEL. Jour. Fac. Kyosyu University, Vol. 9, No. 3.

村上子郎・真道重明 ('49)　天草周辺における重要生物の資源学的研究 第Ⅱ報カタクチイワシに関する研究，日本水産学会誌，Vol. 15, No. 3.

横田滝雄・古川一郎（'52） 日向灘に於けるイワシ類の資源学的研究 第Ⅲ報カタクチイワシの脊椎骨の変異と成長，日本水産学会誌，Vol. 17 No. 819.

井上 明（'49） 洲本附近のカタクチイワシの漁獲したものについて，日本水産学会誌，Vol. 16, No. 2.

前川兼祐・八柳健郎（'51） 山口県瀬戸内海における重要生物の資源学的研究第Ⅰ報 瀬戸内海のカタクチイワシについて，日本水産学会誌，Vol. 16, No. 12.

中井甚二郎・林繁一・近藤恵一（'53） 昭和27年（第2次）東海東北海区鰮資源調査経過概要.（謄写）

田中昌一（'53） 東海東北海で水揚されるカタクチイワシの体長組成，Ⅰ昭和26, 27年における伊勢湾及び遠州灘の体長組成.（謄写）

林繁一・近藤恵一（'54） 昭和28年（第一次）東海東北海区鰮資源調査概要 カタクチイワシの成長（謄写）

伊東祐方（'53） 日本海のマイワシの成長，（1953年11月日本水産学会で発表）

日本海区水産研究所（'54） 対馬暖流調査の稚魚網採集による卵稚仔査定結果（謄写）

# 体長制限の効果について II

## (推定値の精度と近似度)

山　中　一　郎

# On the effect of size restrictions II

## (The precision and approximation of estimates)

Ichiro YAMANAKA

The assumptions in the previous report were checked.

The precision of the estimate was discussed by the theory of error, the result shows the best value when the natural mortality $m$ and the decreasing rate $k$; and that between $m$ and the annual growth $g$ are positively correlated, and while, that between $k$ and $g$ are done negatively, which are rather impractical.

In the case shown as example, the standard error of the estimate in the stable yield stands in about 20-30%.

The approximation of the exponential curve of size composition in comparng with compound normal curve was discussed.

### §1. はしがき

著者は前報において，最も理想的かつ簡単な指数型体長分布をもつ魚群体について，漁獲物の最小体長を制限した場合の漁獲物の体長分布が，自然死亡，漁獲死亡，年生長等の統計量をパラメーターとしてもつ指数函数の組合せで示されることを説き，実例を示した。しかしながら，この取扱い方は，当時のべたように，きわめて理想的な場合についての第一近似解であり，これには生物学的，および数学的に検討されなくてはならない多くの前提を含んでいた。

これを現実の漁業にあてはめる場合に考えなくてはならない補正については，前報においてもすでに若干の考察を加えたのであるが，本報では，さらに，これについて吟味を逐次おこなつて行くことにする。

### §2. 推定量の分散

前報では，全く決定論的な取扱いのみをおこない，取扱われた統計量は誤差をふくまず，現象は平均過程としておこる場合についてのみ論ぜられていたので，まずこの点を吟味して修正をおこなうことにする。

前報でのべたように，体長制限後 $i$ 年の漁獲物曲線は，体長減衰係数 $k$，漁獲による減衰係数 $f$，年生長 $g$，制限により新たに生長を許される年数 $r$，とそのときの体長 $l$，等を用いて次の形で示される

$$W_i = exp.(fl_{i+r})[\Omega(k+f, l_r) - \Omega(k+f, l_{r+i})] + \Omega(k, l_{r+i})$$
但し　$i \leqq r$
$$= exp.(rgf)[\Omega(k, l_r) - \Omega(k, l_i)] + exp.(fl_{i+r})$$
$$[\Omega(k+f, l_r) - \Omega(k+f, l_{i+r}) + \Omega(kl_{i+r})]$$
但し　$i > r$ ……(1)

ここで　$\Omega(k, l_r) = \int_l^{\infty} le^{3-kl} dl$ ……(2)

ここで $k, g, lr,$ 等は，実際には $V(k)$, $V(f)$ 等の分散を有する推定値である。この場合 $W_i$ の推定値 $\hat{W}_i$ の分散 $V(\hat{W}_i)$ は

$$V(\hat{W}_i) = \sum_{k,f} \sigma^2_{k} \left( \frac{\partial W}{\partial K} \right)^2 \cdots\cdots + 2 \sum_{k,l} \sigma_k \sigma_f \frac{\partial W}{\partial K} \cdot \frac{\partial W}{\partial f} \cdot \rho_{kf} \quad \cdots\cdots(3)$$

となりおのおのの推定量の分散および共分散と $W$ の各統計量に関する偏微分の形等でさだまる。

しかし実際にはこの様な運算をおこなうことは，数学的には困難でないにしても，これには計算労作が甚だ複雑となるので実用的には値打がすくない，ここでは制限による安定漁獲高と，制限直後の漁獲高との比 $\frac{W\infty}{W_0}$ についてのみ考えるとする，前の式から

$$P = \frac{W\infty}{W_0} = e^{rfg} \quad \cdots\cdots(4)$$

このうち $f$ は実際に測定するのではなく，$k$ を実際の測定により求め $m$ を適当において $f = k - m$ によつて求めるのである。また $r$ は制限後の年数であるからこれは確定変数であるから，ここで確率変数としてとりあつかい得るのは $k, g, m$ の3つである。

$$P = e^{rfg} = e^{rg(k-m)} \quad \cdots\cdots(5)$$

に上の関係を代入すると

$$\frac{\sigma^2 P}{P^2} = r^2 f^2 g^2 \left[ \left( \frac{\sigma^2_k + \sigma^2_m - 2\sigma_k \sigma_m \rho_{km}}{f^2} \right) + 2 \left( \frac{\sigma_k \sigma_g \rho_{kg} - 2\sigma_m \sigma_g \rho_{mg}}{fg} + \frac{\sigma_g{}^2}{g^2} \right) \right] \quad \cdots\cdots(6)$$

となる。

これによると $P$ の推定値の分散は

i　$r, f, g$ の値とともに増大する。

ii　$k, n, g$ の誤差のうち，どれが特に大きくひびくかということはない。

iii　$k, n, g$ の相互関係についていえば

$k, m$ は正相関

$m, g$ は正相関

$k, g$ は逆相関

のときに推定値分散は小になる。

しかしながら，このような場合は実際に起りそうもないことである。減衰の大部分が自然死亡によるのでない限り，$k$ と $m$ とが必ずしも正相関をするとはいえ得ない。むしろ自然死亡率は，魚群密度が極端に小さくないかぎり，魚群密度の小な場合は自然死亡をも減ずるのではないかと考えられるので，この場合，減少係数 $k$ と $m$ と逆相関であると考えた方が妥当であろう。一方，減少等が大で魚群密度が小になつている方が生長はよいと考えられるのであろうから，$g$ は $k$ とそれぞれ正相関をするであろう。そのため実際の魚群体では，この3つの相関係数のうち2つまでが推定値の分散を大きくするように作用している。したがつて $P$ の推定精度は $k, n, f$ 等が独立としたときよりむしろ低下することはやむを得ない。

前報で用いたソーハチガレイの実例を用い

$k = 0.35$　　$g = 4.0$　　$f = 0.32$　　$l_0 = 8\text{cm}$　　$r = 1$ ……(7)

としておのおのの推定値の標準誤差を10%とすれば $k, g, n$ 等が独立な場合には (7) より

$$\frac{\sigma^2 P}{P} = 0.075 \quad \frac{\sigma P}{P} = 0.23 \cdots\cdots (8)$$

すなわち23%の標準誤差となる

最悪の場合を考えると

$$\rho_{(k,m)} = -1$$
$$\rho_{(m,g)} = -1$$
$$\rho_{(k,g)} = 1$$

のときには

$$\frac{\sigma^2 P}{P} = 0.128 \quad \frac{\sigma P}{P} = 0.36 \cdots\cdots (9)$$

すなわち誤差は36%となる。

実際の場合はこの中間の値をとるわけである。

§ 3. 体長組成の形についての吟味

前報では，体長組成が完全な指数分布であるとしたが，この制限を若干ゆるめて各年令の体長組成が正規型で，これが複合されている場合に考えをおしひろめた。

この場合体長分布は

$$\varphi(l) = \sum_{n=0} N(l_0 + ng,\ \sigma^2)\rho^n \cdots\cdots (10)$$

という型になる，ここで $N$ は正規函数を示し，$\rho$ は生残率である。

この型は $l_0$ を漁獲に入る最若年魚の平均体長であり imaginary な部分を若干ふくんでいることは明らかである。

$l_0$ を原点にとれば

$$\varphi(l) = \sum N(ng,\ \sigma_n)\rho^n \cdots\cdots (11)$$

ここで natural mortality $v = e^{-mg}$
fishing mortality $\phi = e^{-fg}$
$\rho = e^{-(k+f)g}$ ……(12)

とおきかえておのおの正規分布の mode のみをとつて見れば，前報と全く同じ形となる。すなわち前報の各々の指数函数の形を

$$\left.\begin{aligned} e^{-kl} &\to \sum_n N(ng,\ \sigma_n)\rho^n \\ e^{-ml} &\to \sum_n N(ng,\ \sigma_n)v^n \\ e^{-fl} &\to \sum_n N(ng,\ \sigma_n)\phi^n \end{aligned}\right\} \cdots\cdots (13)$$

とそれぞれおきかえたものに相当する

このとき

$\Psi(l,k) = \int_l^\infty e^{-kl}$ に相当するものは

$$\Psi(l,\rho) = \int_l^\infty \sum_n N(ng,\ \sigma_n)\rho^n dl \cdots\cdots (14)$$

となる，これは

$$\left.\begin{aligned} &\frac{l-ng}{\sigma_n} = t_n \\ &I(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_t^\infty e^{-\frac{t^2}{2}} dt \end{aligned}\right\} \cdots\cdots (15)$$

とおけば

$$\varphi(l,\rho)=\sum_n I(ln)\rho^n \quad \cdots\cdots (16)$$

という形で示すことが出来る。

$I(l)$ はいかなる書物の統計数値表にも出ている函数であり，この値は $\rho$ の小さい場合には収斂は速である。

また $\Omega\,(k,\,l)$ に代る函数としては

$$\Omega(l,\,\rho)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_l^\infty \sum(l+l_0)^3 e^{\frac{(l-ng)^2}{2\sigma_n{}^2}}\rho^n dx=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\sum_n \rho^n\int_l^\infty (l+l_0)^3 e^{\frac{(l-ng)^2}{2\sigma_n}}dx \quad \cdots\cdots (17)$$

$t_n=\dfrac{l+l_0-ng}{\sigma_n}$　　とおけば

（ここで $l$ は $l_0$ を原点とする $l_0$ はの 0 才平均体長）

$$\Omega(l,\,\rho)=\sum_n \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_n}}\rho^n e^{-t_n^2}\left[\sigma^3{}_n(t_n-1)^2+3\sigma^2 ng(t_n-1)+3\sigma^n n^2 g^2+\rho^n n^3 g I_n(t)\right] \quad \cdots\cdots (18)$$

という形になる。

この値は解析的に求めることが出来るが実際にはむしろ数値積分で求める方がよいであろう。

しかしいずれにせよこのような函数を求めて数値的にとくことにかなりの労力を要することであるので，今はこれをさけ，$\Omega$, $\psi$ 等の函数が，指数函数の組合せと，正規分布の組合せによるものとの近似の程度を見るという立場からこれを検討することにする。

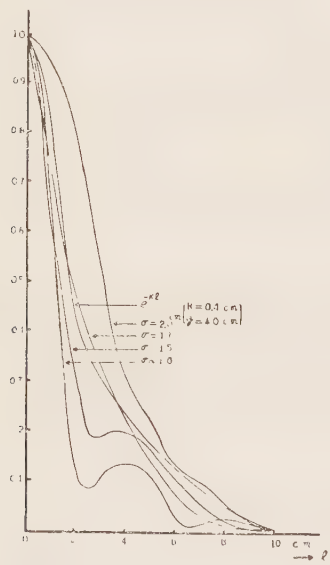


Fig 1. Comparison of an exponential curve against the compound normal curves $\sum_i N(ig,\,\sigma)$ ; $e^{-kl}$

$\sigma$ がもし一定であるとすればこの小さいうちは体長の小さい部分ではよく合致するが大きい所で，またこの値が大きいと体長の大きい所で，はずれて来る。

前報でのべたソーハチガレイの例で $k=0.4$, $g\fallingdotseq 4.0$ $(\rho=0.20)$ として $\sigma$ の値を色々かえて見ると $\sigma=1.7$ 附近でよく一致することがわかる。

実際の魚群体では $\sigma$ が年令と共に増大すると見る方が正しいであろうから，実際の体長分布が指数型に近いことが説明される。指数型分布としての取扱いはかなりよく実際に近似していることがわかる。

体長組成に鞍部を生ずることなく，単調な指数分布に近似する形となる場合の条件は田中[2]('54)によつても解かれているが，次のようにして求めることが出来る。

一般に 2 つの正規分布の複合したものは

$$f(x)=e^{-\frac{t^2}{2}}+\frac{A}{2}\cdot e^{\frac{1}{2}\left(\frac{x-y}{z}\right)^2}$$

という形になる。

ここで第一項は $x$ を変量とする平均値 0，標準偏差 1 という標準型の正規分布であり第 2 項のうちの $y$ は年生長を，$z$ は第 2 の正規分布の標準偏差を夫々第 1 項の標準偏差を単位として示したもの，A は組成比にそれぞれ相当する。

これが鞍部を持つときは

$f'(x)=0$　　が3つの実根を有する.

すなわち

$$f'(t)=xe^{-\frac{x^2}{2}}+\frac{A}{z^2}(x-y)e^{-\frac{(x-y)^2}{2z^2}}$$

この第1項，第2項をそれぞれ $g_1(x)$, $g_2(x)$ とおくと $g_1(x)$, $-g_2(x)$ を別々のグラフで示すとき $g_1(x)$ は $x=0$ に $-g_2(x)$ は $x=y-z$ において max. となるはずである。

$f'(t)=0$ が3つの実根をもつときにはこれから

$$g_1(y-z)<g_2(y-z)$$

これより

$$(y-z)e^{-\frac{(z-y)^2}{2}}<\frac{A}{z}\ e^{-\frac{1}{2}}$$

となる。

これは数学的には完全な条件ではないが実際に起り得る $A<1$, $z>1$ という場合にかぎつて図3に $A.y.z$ の関係を示すこの曲線の右側

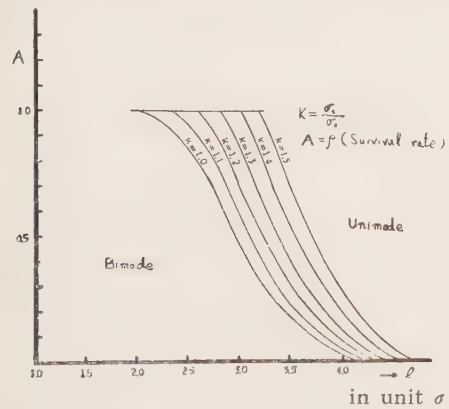



Fig 3. Domains of K, A and ρ making unimordal and bimodal curves.

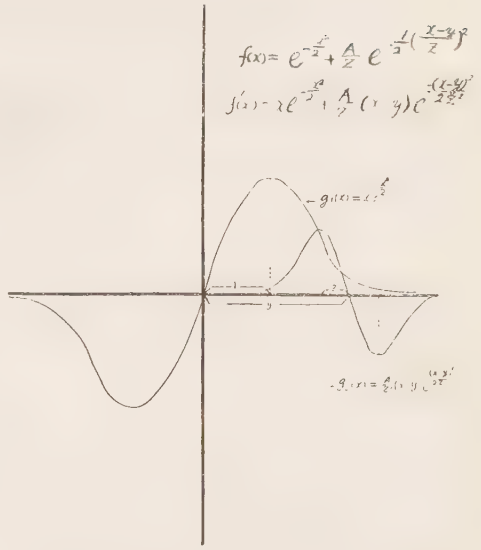


Fig 2. Graphical illustration of the condition making a bimodal curve.

の部分では鞍部があることになる。

前報のリーハチガレイでは $Y\fallingdotseq3$, $\rho\fallingdotseq02$, $Z\fallingdotseq1.1\sim1.2$ であるから鞍部は生ぜず指数分布に近い体長分布に近い体長分布となることが説明される。

以上のように，先報にのべた実例は，理論的に見た近似性は高いと思われ推定値に分散のあることを考慮に入れれば実用に供し得ると思われる。

## §3. あ と が き

密度変化による生長度の変化等に対する補正を考える必要があるが，これは数学的に取扱うことは今は困難であるから，これは田中[3] ('54) の行つたように初期の生長度 $g$ と安定後の生長度 $g'$ を夫々パラメーターとする $Wi$ の曲線をつくり，この $i=0$ では前者上にあり $i=\infty$ で後者に接する曲線を引くことによつて近似的に求めることが出来る，この影響は制限の効果をゆるめるように作用する。

自然死亡率が年令と共に増大する場合の修正は今後にゆずりたいと思う

## 参　　考

山 中 一 郎：体長制限の効果について，日水研研究年報 No. 1 ('54) P. 119.
田 中 昌 一：体長組成にあらわれるモードの意義についてI，日水誌，Vol. 20, No. 8 ('54) P. 681.
————：漁獲努力量制限の効果について，日水研，Vol. 20, No. 7 ('54) P. 599.

# An ecological inference of statistics concerning size composition ( I )

Ichiro YAMANAKA

## § 1. Preface

In the preceeding report[1], the author showed by an example, the statistics appearing in the estimation of size composition, $c_1$, $c_2$, and $c_3$, i. e, the variances within and between the days or trips drawn as sample, or $\rho(xjk, xik)$ the correlation coeficients between the number of individuals belonging to a certain size interval and those of the whole catch (in number) drawn as samples, are not only of mathematical value, but also have biological meanings as clues to know the structure of fish shoals.

In this report, the authr extended this method to the large sardines in the whole area in the coast of Japan Sea.

The meterials dealt with here were collected by prefectural fisheries experimental stations in the fisheries season of large sardines, namely in spring, of 1952.

## § 2. Estimating formulae.

In the survey of this year, at most fishing ports which were appointed as sampling stations, only one boat was drawn as sample in a day. Therefore it was impossible to seperate the inter-day variances from the intra-day ones, accordingly the following formulae were used in estimation.

The total number of trips at a station, $B$
The trips number of drawn as samples at the same station, $b$
The total number of fish caught by the $k$-th sample trip, $X_k$
Number of fish drawn as samples from the above boat, $x_k$
Numders in above, those beloging to the $i$-th size interval
in total catch $X_{ik}$
in sample $x_{ik}$ } ……(1)
The proportion of those being to the $i$-th interval in sample

$$p_{ik}=\frac{X_{ik}}{X_k} \qquad q_{ik}=1-p_{ki}$$

The simple extimate of the $i$-th interval can be got by

$$Y'_i=\frac{B}{b}\sum_k \frac{X_k}{x_k}x_{ik} \quad \cdots\cdots (2)$$

with the vaviance

$$V(Y_i)=B^2\frac{B-b}{B-1}\frac{\sigma_e^2}{b}+\frac{B}{b}\sum_k X_k^2\frac{X_k-x_k}{X_k-1}\frac{p_{ik}q_{ik}}{x_k}=V_1+V_2 \quad \cdots\cdots (3)$$

$$\left.\begin{aligned} \sigma^2_e &= \frac{1}{B}\sum_k (Y_k - Y)^2 \\ P'_i &= \frac{Y_i}{\Sigma Y_i} \\ C &= \frac{\sigma^2_e}{Y} \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(4)$$

These formulae correspond with those in the preceeding report when the suffixes $_{1,2}$, which shaw the variances between boats within a day are eliminated, and on the other hand suffix $_1$ is attached to the variance between trips including both between and within days.

As to $\rho(N_k, N_{ki})$ no partcular caution is required comparing to the preceeding report.

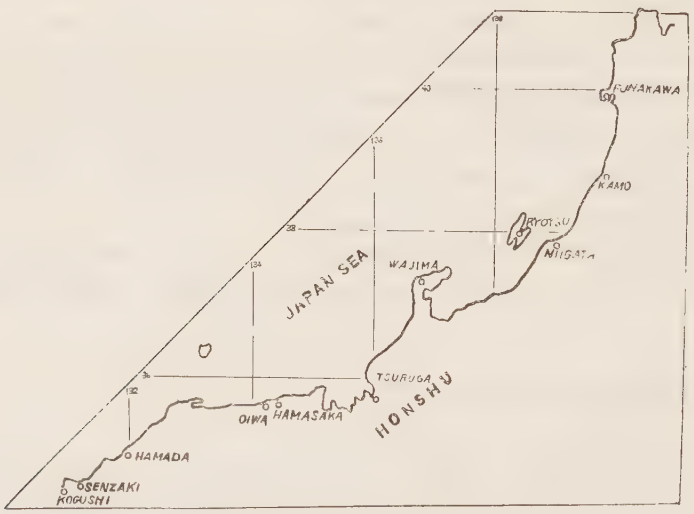



Fig. Locations of sampling stations

## § 3. Discussion on $C$, the variance coefficients of estimates.

In this report, the terms "size" and "magnitude" have different meanings, the former means body length and the latter does the bulk of shoals or catches.

The values of $C$s show their minima 1.1–1.3 at the modes of size compositions and maxima at the tails of them, corresponding with geographical cline of the modes which have higher values in the northern countries, the values of $C$s at the larger tail i. e. 21.5–2.20 c.m. groups remain small in this distrct.

It is noteworthy that these values are almost homogeneous throughout whole districts at 18–21.5 c. m. which can be considered to be the dominant groups.

As to $Y'$, the estimated total number belonging to the $i$-th size interval, variance coefficents have also the homogenous values 1. 1 -1. 4, nearly constant throughout the dominant size gorups.

The fact that the values of $C$ has homogeneous values, suggests that the logarithms fof $Y$s distribute normally which can be assured approximately by using the

Table I. size composition in (%)

| B. L. in C. m. | Kogushi | Senzaki | Hamada | OiWa | Hamasaka | Tsuruga | Wajima | Niigata | Ryotsu | Kamo | Funakawa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13.0 | | | 0.0 | | | | | | | | |
| 13.5 | | | 0.0 | | | | | | | | |
| 14.0 | | | 0.0 | | | | | | | | |
| 14.5 | | | 0.0 | | | | | | | | |
| 15.0 | | | 0.0 | | | | | | | | |
| 15.5 | | | 0.0 | | | | | 0.1 | | | |
| 16.0 | | | 0.0 | | | | 0.1 | 0.5 | | 0.2 | 0.4 |
| 16.5 | 0.0 | 0.2 | 3.9 | 0.2 | 0.4 | | 0.1 | 0.6 | | 0.5 | |
| 17.0 | 0.1 | 0.9 | 2.0 | 1.1 | 0.4 | | 0.2 | 1.6 | | 1.9 | |
| 17.5 | 2.2 | 1.4 | 4.3 | 1.3 | 3.2 | 0.4 | 0.5 | 2.7 | | 2.0 | 0.3 |
| 18.0 | 6.0 | 3.4 | 8.6 | 4.5 | 10.0 | 0.7 | 2.0 | 5.1 | | 2.3 | 2.3 |
| 18.5 | 13.5 | 8.0 | 14.9 | 13.0 | 19.4 | 2.8 | 5.8 | 5.5 | | 3.0 | 6.6 |
| 19.0 | 18.2 | 10.6 | 16.8 | 11.8 | 21.9 | 12.9 | 11.6 | 15.0 | | 7.1 | 15.9 |
| 19.5 | 18.7 | 15.9 | 17.2 | 18.4 | 20.3 | 18.7 | 17.0 | 16.8 | 2.4 | 10.0 | 20.8 |
| 20.0 | 14.3 | 17.3 | 13.8 | 13.9 | 10.1 | 18.6 | 17.1 | 16.6 | 7.5 | 19.1 | 20.4 |
| 20.5 | 10.9 | 12.6 | 7.3 | 12.7 | 8.3 | 14.3 | 16.6 | 14.5 | 7.5 | 21.7 | 16.5 |
| 21.0 | 6.8 | 9.0 | 6.8 | 12.1 | 2.6 | 14.0 | 12.8 | 9.8 | 14.6 | 15.9 | 7.5 |
| 21.5 | 5.4 | 7.9 | 3.1 | 6.8 | 1.4 | 8.2 | 7.7 | 5.2 | 14.5 | 8.3 | 4.9 |
| 22.0 | 1.7 | 4.5 | 1.2 | 2.5 | 0.6 | 3.4 | 4.2 | 2.7 | 14.1 | 3.8 | 2.3 |
| 22.5 | 0.8 | 3.4 | 0.4 | 1.1 | | 3.7 | 2.1 | 1.8 | 13.9 | 3.3 | 2.1 |
| 23.0 | 0.7 | 3.1 | | 0.4 | 1.8 | 0.5 | 1.1 | 0.9 | 10.8 | 0.4 | 0.3 |
| 23.5 | | 0.9 | 0.0 | | | 1.0 | 0.6 | 0.4 | | 0.5 | 0.1 |
| 24.0 | 0.3 | 0.6 | | | | 0.6 | 0.3 | 0.1 | | | |
| 24.5 | | 0.2 | | | | | 0.0 | | | | |
| 25.0 | | | | | | | | | | | |

probability-section papers.

It has been already shown by many authors[2] that the logarithms of catch per trip distributes normally, not only in the fisneries of large sardines by drift nets but also in the other kinds of fisheries,

Two facts are suggested biologically from these phenomena. The first of them is the inference of the fact that the logarithms of the catch per trip distribute normally. Assume that many causes determine the magnitude of catches, for example, the magnitudes of shoals themselves, the efficiency of gears, the skill of fishermen, the conditions of fishing and so on, and these factors are affected by many internal and external complicated factors, which operates stochastically, whose density are not required to make normal distribution. Put each of them $\Delta z$, then the summation $\Sigma \Delta z$, approximates the normal distribution by the centrum limiting theorum. And when each factor operates so as to effect in proportion to the magnitude at that time, in another saying, the magnitude of shoal to be $Q$, and $Q/Q\Delta = K\Delta Z$ then, $logQ$ distributes normally. But

we have to take care that this is only one of the possible inferences, but is not necessary to be the unique solution.

The second is, that, the shape of the distribution in dominant size groups of catch is nearly homogeneous throghout all stations, and the value of $C$s are nearlly coincides each other. If, no correlation is found between each size group, and they are independent each other, then the value of $C$ of the sum of each group should be less than that of each part, but this is denied by the fact.

From this fact, it is assumed that there are correlations between each size groups, and this fact is available as the clue to introduce the correlation coefficients $\rho(x_i, k)$ $\rho(X_{ik}, X_{ik})$ which show the construstion of shoals.

But as to the groups far from the dominant size groups, this phenomenon is not apparent.

Table II. $C=\frac{\sigma^2_e}{\bar{Y}'}$

| B. L. | Kogushi | Senzaki | Hamada | Oiwa | Hamasaka | Tsuruga | Wajima | Niigata | Ryotsu | Kamo | Funakawa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13.0 | | | 4.0 | | | | | | | | |
| 13.5 | | | 2.9 | | | | | | | | |
| 14.0 | | | 3.0 | | | | | | | | |
| 14.5 | | | 2.9 | | | | | | | | |
| 15.0 | | | 3.3 | | | | | | | | |
| 15.5 | | | 3.4 | | | | | 2.8 | | | |
| 16.0 | | | 4.2 | | | | 7.9 | 2.9 | | 3.9 | 2.8 |
| 16.5 | 0.0 | 4.0 | 3.6 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 6.9 | 3.7 | | 2.9 | |
| 17.0 | 0.0 | 5.0 | 2.1 | 2.3 | 0.0 | | 2.3 | 3.2 | | 3.5 | |
| 17.5 | 2.2 | 2.4 | 1.5 | 3.2 | 1.7 | 1.8 | 2.3 | 2.6 | | 2.5 | 0.0 |
| 18.0 | 1.8 | 2.1 | 1.3 | 2.0 | 1-3 | 1.8 | 2.0 | 2.8 | | 2.4 | 1.7 |
| 18.5 | 1.6 | 1.8 | 1.5 | 1.4 | 1.4 | 1.3 | 1.6 | 2.7 | | 1.7 | 1.2 |
| 19.0 | 1.5 | 1.6 | 1.6 | 1.3 | 1.2 | 1.4 | 1.3 | 2.7 | | 1.9 | 1.5 |
| 19.5 | 1.3 | 1.9 | 1.6 | 1.7 | 1.5 | 1.3 | 1.3 | 1.8 | 2.1 | 1.4 | 1.5 |
| 20.0 | 1.7 | 1.6 | 1.7 | 1.6 | 1.5 | 1.3 | 1.6 | 1.5 | 1.3 | 1.8 | 1.3 |
| 20.5 | 1.6 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.5 | 1.4 | 1.1 | 1.6 | 1.3 | 1.6 | 1.2 |
| 21.0 | 1.2 | 1.6 | 1.5 | 1.7 | 3.0 | 1.6 | 1.2 | 1.3 | 1.7 | 1.6 | 1.4 |
| 21.5 | 3.5 | 2.2 | 1.6 | 1.8 | 3.0 | 1.4 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 1.2 | 1.5 |
| 22.0 | 2.8 | 2.2 | 3.0 | 3.1 | 0.0 | 1.4 | 1.5 | 1.4 | 1.5 | 1.2 | 1.5 |
| 22.5 | 2.8 | 3.1 | 2.5 | 3.0 | | 2.1 | 1.7 | 1.3 | 1.7 | 2.0 | 2.3 |
| 23.0 | 3.3 | 4.8 | | 4.0 | 4.0 | 2.9 | 1.9 | 1.1 | 1.7 | 2.9 | 2.0 |
| 23.5 | | 3.8 | | | | 13.0 | 2.2 | 2.1 | 2.2 | 2.6 | 2.9 |
| 24.0 | 10.0 | 3.3 | | | | 3.6 | 2.7 | | | | |
| 24.5 | | 4.5 | | | | | 4.7 | | | | |
| whole sizes | 1.4 | 1.4 | 1.2 | 1.4 | 1.4 | 0.8 | 1.1 | 1.4 | 1.5 | 1.3 | 1.2 |
| n | 27 | 47 | 18 | 12 | 11 | 9 | 51 | 45 | 5 | 21 | 14 |

Table III. $r(X_{ik}, X_k)$ (Sample correlation coefficients)

| B. L. in c.m. | Kogushi | Senzaki | Hamada | Oiwa | Hanasaka | Tsuruga | Wajima | Niigata | Ryotsu | Kamo | Funakawa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13.0 | | | 0.1 | | | | | | | | |
| 13.5 | | | 0.5 | | | | | | | | |
| 14.0 | | | 0.6 | | | | | | | | |
| 14.5 | | | 0.6 | | | | | | | | |
| 15.0 | | | 0.7 | | | | | | | | |
| 15.5 | | | 0.6 | | | | | 0.2 | | | − 0.2 |
| 16.0 | | | 0.7 | | | | 0.1 | − 0.1 | | 0.3 | |
| 16.5 | | | 0.7 | 0.1 | | | 0.1 | 0.1 | | 0.3 | |
| 17.0 | | 0.4 | 0.6 | 0.4 | | | 0.0 | 0.6 | | 0.3 | |
| 17.5 | 0.8 | 0·3 | 0.8 | 0.1 | 0.7 | 0.1 | 0.1 | 0.9 | | 0.2 | |
| 18.0 | 0.8 | 0.3 | 0.7 | | 0.9 | 0.3 | 0.8 | 0.9 | | 0.3 | 0.9 |
| 18.5 | 1.0 | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 0.5 | 0.7 | 1.0 | | 0.7 | 0.9 |
| 19.0 | 0.9 | 0.6 | 0.6 | 0.9 | 1.0 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | | 0.5 | 1.0 |
| 19.5 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.9 | 1.0 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 0.1 | 0.9 | 1.0 |
| 20.0 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 1.0 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.8 | 1.0 | 1.0 |
| 20.5 | 0.8 | 0.9 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 0.9 |
| 21.0 | 0.9 | 0.8 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 1.0 | 0.9 | 0.9 |
| 21.5 | 0.8 | 0.6 | 0.3 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.7 | 0.7 | 1.0 | 0.9 | 0.4 |
| 22.0 | 0.8 | 0.7 | − 0.1 | 0.3 | | 0.9 | 0.7 | − 0.4 | 1.0 | 0.9 | 0.7 |
| 22.5 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | | 0.9 | 0.8 | 0.3 | 1.0 | 0.9 | 0.9 |
| 23.0 | 0.6 | 0.7 | | | 0.6 | 0.8 | 0.6 | | 1.0 | 0.3 | 0.0 |
| 23.5 | | 0.6 | | | | − 0.8 | 0.7 | | 1.0 | 0.4 | 0.1 |
| 24.0 | − 0.1 | | | | | − 0.1 | 0.3 | | | | |
| 24.5 | | | | | | | 0.2 | | | | |
| | | | | | | | − 0.1 | | | | |

## § 4. Discussion on $\rho(Xik, Xk)$

As mentioned above, these statistics show the degree of dependence of the number of fish belonging to a certian size group to the magnitude of the shoals, saying that $\rho^2$ times of the variance of number of any size groups is caused by that of the magnitudes of shoals.

At both Senzaki (Yamaguchi Pref.) and Hamada (Shimane Pref.) these value are, on the whole, low throughout the all range of size, the estimates of $\rho^2$ i, e, $r^2$ being below 0.5. But in other stations, these values are considerably high especially in dominant slze groups, The ratio estimates of size composition is the application of this fact.

In the size groups far from the dominant size, the value of the sample correration coefficients decrease in accordance to those of $Cs$, this seems as a commom phenomena in all stations, in coincidence with the geographical cline of the values of $Cs$, that is, the values of $r$s in the dominant size increase as in the northern countries.

The considerablly large values of $r$ show that the variance of the number of a

certain size group comes mostly from that of the magnitude of the shoal, in other words, the role of that group to the catch of that sample trip is, on the whole, homogeneous. On the other hand the low values at the both tails of size distribution show that the magnitude of these group does not coincide with those of the shoals to which these groups belong; in another saying, these ones extraordinally make aggregations indepently from the shoal of ordinally ones.

It is assumable that both at Senzaki and Hamada, the construction of shoals are not homogeneous, perhaps this can be explained by introducing two groups of migration, but we do not mention here the detail of it, as it is beyond of the aim of this report.

## § 5. On the discussion of the divergence coefficient $F$

Tabll IV. divergence coefficicnts $F=\frac{V(X_i)}{\bar{X}i}$

| B. L. | Kogu-sui | Senzaki | Hama-da | Oiwa | Hama-saka | Tsuru-ga | Wajima | Niigata | Ryotsu | Kamo | Funa-kawa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13.0 | | | 0.7 | | | | | | | | |
| 13.5 | | | 1.3 | | | | | | | | |
| 14.0 | | | 3.0 | | | | | | | | |
| 14.5 | | | 3.9 | | | | | | | | |
| 15.0 | | | 4.8 | | | | | | | | |
| 15.5 | | | 5.5 | | | | | | | | |
| 16.0 | | | 9.7 | | | | 0.6 | 3.1 | | 0.2 | 0.1 |
| 16.5 | 0.0 | 0.2 | 4.5 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 3.1 | | 0.3 | |
| 17.0 | 0.0 | 0.5 | 0.7 | 0.5 | 0.0 | | 0.2 | 0.1 | | 1.4 | |
| 17.5 | 1.1 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | | 0.7 | |
| 18.0 | 1.7 | 0.8 | 1.0 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 1.2 | 1.2 | | 0.8 | 1.2 |
| 18.5 | 3.1 | 1.8 | 2.3 | 1.3 | 0.4 | 0.2 | 2.2 | 2.1 | | 0.3 | 1.8 |
| 19.0 | 2.7 | 1.6 | 3.0 | 1.1 | 0.4 | 0.7 | 3.0 | 3.1 | | 0.8 | 6.6 |
| 19.5 | 2.8 | 3.7 | 3.2 | 2.9 | 0.4 | 0.8 | 4.9 | 3.7 | 0.8 | 0.6 | 9 3 |
| 20.0 | 4.2 | 2.8 | 2.7 | 2.5 | 0.2 | 1.1 | 3.9 | 4.3 | 0.9 | 1.8 | 6.3 |
| 20.5 | 2.4 | 1.4 | 1.4 | 1.1 | 0.1 | 0.8 | 3.9 | 4.3 | 0.9 | 1.6 | 4.1 |
| 21.0 | 1.2 | 1.4 | 0.9 | 1.3 | 0.1 | 1.4 | 3.1 | 3.1 | 2.8 | 1.2 | 1.9 |
| 21.5 | 5.2 | 2.1 | 0.4 | 0.8 | 0.1 | 0.5 | 2.2 | 2.0 | 2.5 | 0.4 | 1.4 |
| 22.0 | 1.4 | 1.2 | 0.4 | 0.6 | 0.0 | 0.4 | 1.6 | 1.8 | 2.5 | 0.2 | 0.1 |
| 22.5 | 1.0 | 2.1 | 0.3 | 0.1 | | 0.5 | 1.3 | 1.2 | 2.8 | 0.4 | 0.3 |
| 23.0 | 0.7 | 3.9 | | | 0.2 | 0.3 | 0.9 | 0.9 | 2.8 | 0.2 | 0.3 |
| 23.5 | | 0.7 | 0.0 | | | 1.8 | 0.4 | 0.6 | 3.8 | 0.2 | |
| 24.0 | 0.3 | 0.3 | | | | 0.1 | 0.3 | 0.4 | | | |
| 24.5 | | 0.2 | | | | | 0.4 | | | | |
| whole sizes | 19.4 | 14.0 | 15.0 | 19.5 | 1.7 | 5.3 | 20.4 | 1.4 | 16.8 | 5.7 | 21.0 |

As a method to know the construction of population from the shape of distribution, the divergence coefficients, i.e. the ratio of sample variance to the sample mean $x$ were introduced.

It wae discussed by TORII[3] that, when this value exceeds 1, the distribution is of *concentrated shape.* and when it is below 1 it is of *exclusive shape,* while, when it is epuall to 1, it makes the *Poisson distribution* which shows that the distribution is quite at random as solitary individuals. But this mathod aims originally in a certain unit divisior, (in the population of insects, this unit is a netting) Therefore, it is natural that it should show a heavily concentrated type of distribution when applied to the catch of drift net, of which the scale of unit divisior is large.

As the dimension of nominators of $F$s are different from the denominators, i.e. the former is of quadric from, while the latter of the first order, the value of $F$ changes in accordance to the magnitude of the unit of individuals. Though many types of concentric distributions are considered, for example, *contagious, compound, convaluated* and othr types of distributions, a biological consideration is inevitable to infer the shapes of distributions. But herc, in preceeding to these biological considerations, we made attention to the fact that the value of this $F$ changes that of the magnitude of unit division, and considered, on the contrary, what value of unit should be taken in order to make the value of $F$ to be one, that is to make the distribution to be stochasical, and dealtthese values of unit as "*Unit shoal*", In table V are shown the value of $F$s, when at housand is dealt as the unit.

Put $F$ the value of $\bar{F}$-distribution with the significant level $\alpha$ and of degree of freedom $n-1$, $k$, and-$F$ is that with $1-\alpha$, $\infty$, $n-1$ respectablly, the upper and the lower limit of $K$ the value on unit which should be taken in order to make the distribution of *Poisson* type will be $F/\bar{F}$, and $F/\underline{F}$ respectablly.

Anyhow, the values of $K$s are also large at the dominant size groups, about 1.0–2.5 times of the average value of those groups, at the both tails of size compositions, though the value of those are small, the *ratios* of $k$ to the average catch in those size groups is rather large compared with that dominant group If we consider the agregation of the magnitude to make the poisson distribution as the fisheries shoals, the density of these shoals decrease in the ends of the size distribution more rapidlly than the magnitude itself does. As to the whole catch of trip in ports with poor landing as Hamasaka, Tsuruga or Oiwa, the magnitudes of these unit shoals are between nine and fifteen thousands, while in the ports of rich landing such as Niigata, Hamada, or Senzaki, their values are between thirty and one hundred thousands. And in this case, the magnitudes of the unit shoals increase more remarkablly than those of the large individuals even though the average catch is less than that of the large sardines.

## § 6. The discussion on $\rho(X_{ik}, X_{i'k})$

As have been related, shoals have different habits in accordance with their size respectablly, but the individuals of each size do not exist quite independently but assemble into a synthetic structure, so having correlations between each size groups.

In this viewpoint the correlation coefficients between each size were tabulated,

Table V. The confidential intervals of the magnitudes of "unit shoal"

| B. L. | Kogushi | Senzaki | Hamasaka | Hamada | Oiwa | Tsuruga | wajima | Niigata | Ryotsu | Kamo | Funakawa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13.0 | | | 0.4<br>1.1 | | | | | | | | |
| 13.5 | | | 0.8<br>2.1 | | | | | | | | |
| 14.0 | | | 1.8<br>4.8 | | | | | | | | |
| 14.5 | | | 2.9<br>6.2 | | | | | | | | |
| 15.0 | | | 3.0<br>7.7 | | | | | | | | |
| 15.5 | | | 3.4<br>8.9 | | | | | | | | |
| 16.0 | | | 6.0<br>9.2 | | | | | 4.2<br>2.3 | | 0.1<br>0.3 | 0.1<br>0.2 |
| 16.5 | | 0.1<br>0.3 | 2.8<br>7.5 | | 0.1<br>0.2 | | 0.5<br>0.9 | 4.2<br>2.3 | | 0.2<br>0.5 | |
| 17.0 | | 0.4<br>0.7 | 0.4<br>1.1 | | 0.3<br>1.2 | | 0.7<br>1.3 | 1.4<br>0.7 | | 0.9<br>2.6 | |
| 17.5 | 1.65<br>0.65 | 0.3<br>0.6 | 0.4<br>1.0 | 0.1<br>0.2 | 0.3<br>1.4 | 0.0<br>0.2 | 0.1<br>0.2 | 0.8<br>0.4 | | 0.9<br>2.6 | |
| 18.0 | 1.1<br>2.5 | 0.6<br>1.1 | 0.7<br>1.6 | 0.1<br>0.6 | 0.1<br>0.4 | 0.0<br>0.2 | 0.3<br>0.5 | 1.6<br>0.9 | | 0.5<br>1.3 | 0.1<br>2.7 |
| 18.5 | 2.1<br>4.6 | 1.4<br>2.5 | 1.4<br>3.7 | 0.2<br>1.1 | 0.7<br>3.1 | 0.1<br>0.5 | 1.6<br>3.1 | 2.9<br>1.5 | | 0.2<br>0.6 | 1.1<br>4.0 |
| 19.0 | 1.8<br>4.1 | 1.2<br>2.3 | 1.8<br>4.8 | 0.2<br>0.9 | 0.6<br>2.6 | 0.4<br>2.0 | 2.2<br>4.2 | 4.2<br>2.3 | | 0.5<br>1.5 | 4.0<br>14.6 |
| 19.5 | 1.9<br>4.2 | 2.6<br>5.2 | 2.0<br>5.4 | 0.2<br>1.1 | 1.6<br>7.0 | 0.4<br>2.0 | 3.6<br>6.9 | 5.0<br>2.7 | 0.3<br>4.4 | 0.4<br>1.1 | 5.8<br>20.6 |
| 20.0 | 2.8<br>6.3 | 2.0<br>3.9 | 1.7<br>4.5 | 0.1<br>0.6 | 1.3<br>6.0 | 0.6<br>3.2 | 2.9<br>5.5 | 5.8<br>3.1 | 0.4<br>4.9 | 1.1<br>3.3 | 3.9<br>13.9 |
| 20.5 | 1.6<br>3.6 | 1.0<br>2.0 | 0.9<br>2.3 | 0.1<br>0.3 | 0.6<br>2.6 | 0.4<br>2.3 | 2.9<br>5.5 | 5.8<br>3.1 | 0.4<br>4.9 | 2.1<br>2.9 | 2.5<br>9.1 |
| 21.0 | 0.8<br>2.1 | 1.0<br>2.0 | 0.5<br>1.4 | 0.1<br>0.3 | 0.7<br>3.1 | 0.7<br>4.1 | 2.4<br>4.3 | 4.2<br>2.3 | 1.2<br>15.7 | 0.8<br>2.2 | 1.6<br>5.7 |
| 21.5 | 3.5<br>8.8 | 1.5<br>2.9 | 0.3<br>0.7 | 0.1<br>0.3 | 0.4<br>1.9 | 0.3<br>1.5 | 1.6<br>3.1 | 2.7<br>1.5 | 1.1<br>14.1 | 0.5<br>0.8 | 0.6<br>2.1 |
| 22.0 | 0.9<br>7.9 | 0.8<br>1.7 | 0.2<br>0.6 | | 0.3<br>1.4 | 0.2<br>1.2 | 1.2<br>2.2 | 2.4<br>1.3 | 1.1<br>14.1 | 0.1<br>0.4 | 0.6<br>2.0 |
| 22.5 | 0.6<br>1.6 | 1.5<br>2.9 | 0.2<br>0.4 | | 0.1<br>0.2 | 0.2<br>1.3 | 1.0<br>1.8 | 1.6<br>0.9 | 1.2<br>15.7 | 0.2<br>0.7 | 1.1<br>3.8 |
| 23.0 | 4.7<br>1.3 | 2.8<br>5.5 | | 0.1<br>0.5 | | 0.1<br>0.7 | 0.7<br>1.3 | 1.2<br>0.7 | 1.2<br>15.7 | 0.1<br>0.3 | 0.2<br>0.6 |
| 23.5 | | 0.5<br>0.8 | 0.0<br>0.0 | | | 0.9<br>5.2 | 0.3<br>0.6 | 0.8<br>0.4 | 1.7<br>15.7 | 0,1<br>0.4 | 0.1<br>0.5 |
| 24.0 | 0.2<br>0.5 | 0.2<br>0.4 | | | | 0.1<br>0.4 | 0.3<br>0.4 | 0.5<br>0.3 | | | |
| 24.5 | | 0.1<br>0.2 | | | | | 0.3<br>0.6 | | | | |
| 25.0 | | | | | | | | | | | |
| whole<br>sizes | 12.9<br>32.4 | 10.8<br>19.5 | 9.4<br>28.3 | 1.4<br>4.3 | 5.3<br>22.9 | 2.7<br>15.5 | 13.1<br>28.3 | 10.3<br>20.0 | 7.3<br>94.5 | 3.6<br>10.4 | 13.1<br>46.2 |

in Table (6). In strictlly saying, the partial correlations should be used, but the trouble of computation has hindered this work.

These correlation cofficients are significant during the range of about 1.5 c.m. (a range of a same year class) and these values are pretty high even in the ends of size distributions.

## § 7. Discussion on age classes

These discussions are available when applied in the age compositions and the correlation of each age groups.

To this purpose, the size compositions of each sample was converted into the age composition and computed by the same fromulae. The values of variance coefficients of the dominant age groups, two and three years groups, are low compared with those of other years, in northern districts where elder age groups are abundant, these values are nearly equall as in the case of size compositions, but slightly larger, perhaps due to the expanding of variance in the conversion from size to age composition.

The correlation coefficients between an age group and the total catch $\rho(Xik, Xk)$ are also high at dominant age groups, and low at old year groups, with an exception of the four years group at Kamo.

The divergence coefficients $F$s and the magnitudes of the unit shoals have also the similar natures to the case of size composition. The magnitude of the unit shoal is largest in the three years group, and decreases rapidly in the elder age groups exept in the southern area.

For the correlation cefficients between the age groups, the high values are shown in the neighbouring ages even in the elder years of five or six vears of age. But those values between every other ages, in generally, are significant only in northern districts, that is, a certain age group has influence in the southern area, to the year after next.

Thus, most discussion on the size composition are available in the age composition, but the accuracy decreases as the estimation errors have been introduced at the coinversion from size to age compositions.

## References

1) Ichiro YAMANAKA: An ecological meaning of the estimation of body length composition, Bull. Jap. Soc. Sic. Fish., vol. 19 No. 4, pp. 215,('53.)(in Jap. with Eng. Sum.)

2) Tomokichi YOSHIHARA: On the type of frequevcy curve of the catch. loc. cit., Vol. 18 No. 6., pp. 241,('52)(in Jap. with Eng. Sum.)

3) Nobuhiko HANAMURA: An opinion about the size composition survey, Hokkaido Reg. Fs. Res. Lab.,('53.)(in Jap.)

4) Yuzo TORII: The estimation of insect aggregations., "Seitaigaku" Gaisetsu (The outline of ecology) Yôkendo, Tokyo.,('53.)(in Jap.)

Table VI. Correlation coefficients between diferent size interval

1) 0.5 c.m. interval

| | Senza-ki | Hama-da | Tsuru-ga | Waji-ma | Kamo |
|---|---|---|---|---|---|
| 13.0–13.5 | | 0.62 | | | |
| 13.5–14.0 | | 0.92 | | | |
| 14.0–14.5 | | 0.98 | | | |
| 14.5–15.0 | | 0.95 | | | |
| 15.0–15.5 | | 1.00 | | | |
| 15.5–16.0 | | 0.98 | | | |
| 16.0–16.5 | | 0.98 | | 0.98 | 0.86 |
| 16.5–17.0 | 0.18 | 0.89 | | 0.71 | 0.93 |
| 17.0–17.5 | 0.52 | 0.72 | | 0.39 | 0.92 |
| 17.5–18.0 | 0.84 | 0.70 | 0.6 | 0.36 | 0.93 |
| 18.0–18.5 | 0.69 | 0.95 | 0.67 | 0.81 | 0.42 |
| 18.5–19.0 | 0.83 | 0.98 | 0.99 | 0.91 | 0.33 |
| 19.0–19.5 | 0.69 | 0.92 | 0.96 | 0.93 | 0.95 |
| 19.5–20.0 | 0.72 | 0.98 | 0.78 | 0.90 | 0.89 |
| 20.0–20.5 | 0.92 | 0.99 | 0.92 | 0.90 | 0.96 |
| 20.5–21.0 | 0.88 | 0.87 | 0.87 | 0.91 | 0.96 |
| 21.0–21.5 | 0.92 | 0.92 | 0.87 | 0.83 | 0.92 |
| 21.5–22.0 | 0.91 | 0.47 | 0.99 | 0.91 | 0.85 |
| 22.0–22.5 | 0.88 | 0.04 | 0.99 | 0.86 | 0.75 |
| 22.5–23.0 | 0.92 | | 0.94 | 0.62 | 0.23 |
| 23.0–23.5 | 0.93 | | | 0.42 | 0.17 |
| 23.5–24.0 | 0.65 | | | 0.65 | |
| 24.0–24.5 | 0.17 | | | 0.14 | |

2) 1.0 c.m. interval

| | Senza-ki | Hama-da | Tsuru-ga | Waji-ma | Kamo |
|---|---|---|---|---|---|
| 13.0–14.0 | | 0.53 | | | |
| 13.5–14.5 | | 0.31 | | | |
| 14.0–15.0 | | 0.96 | | | |
| 14.5–15.5 | | 0.92 | | | |
| 15.0–16.0 | | 0.96 | | | |
| 15.5–16.5 | | 0.99 | | | |
| 16.0–17.0 | | 0.87 | | 0.74 | 0.13 |
| 16.5–17.5 | 0.53 | 0.73 | | 0.14 | 0.96 |
| 17.0–18.0 | 0.73 | 0.34 | | 0.19 | 0.93 |
| 17.5–18.5 | 0.53 | 0.44 | 0.64 | 0.38 | 0.47 |
| 18.0–19.0 | 0.50 | 0.90 | 0.79 | 0.76 | 0.13 |
| 18.5–19.5 | 0.75 | 0.93 | 0.84 | 0.84 | 0.56 |
| 19.0–20.0 | 0.71 | 0.86 | 0.63 | 0.81 | 0.80 |
| 19.5–20.5 | 0.59 | 0.97 | 0.59 | 0.87 | 0.88 |
| 20.0–21.0 | 0.69 | 0.92 | 0.89 | 0.84 | 0.93 |
| 20.5–21.5 | 0.67 | 0.80 | 0.77 | 0.74 | 0.90 |
| 21.0–22.0 | 0.91 | 0.46 | 0.92 | 0.88 | 0.78 |
| 21.5–22.5 | 0.68 | 0.53 | 0.98 | 0.82 | 0.91 |
| 22.0–23.0 | 0.71 | | 0.95 | 0.90 | 0.15 |
| 22.5–23.5 | 0.97 | | 0.83 | 0.94 | −0.04 |
| 23.0–24.0 | 0.81 | | | 0.33 | |
| 23.5–24.5 | 0.18 | | | 0.53 | |

3) 1.5 c.m. interval

| | Senza-ki | Hama-da | Tsuru-ga | Waji-ma | Kamo |
|---|---|---|---|---|---|
| 13.0–14.5 | | 0.87 | | | |
| 13.5–15.0 | | 0.91 | | | |
| 14.0–15.5 | | 0.92 | | | |
| 14.5–16.0 | | 0.80 | | | |
| 15.0–16.5 | | 0.94 | | | |
| 15.5–17.0 | | 0.87 | | | |
| 16.0–17.5 | | 0.68 | | 0.14 | 0.95 |
| 16.0–10.0 | 0.56 | 0.16 | | 0.22 | 0.99 |
| 17.0–18.5 | 0.64 | 0.99 | | 0.17 | 0.38 |
| 17.5–19.0 | 0.39 | 0.44 | 0.64 | 0.25 | −0.07 |
| 18.0–19.5 | 0.46 | 0.81 | 0.72 | 0.78 | −0.99 |
| 18.5–20.0 | 0.66 | 0.86 | 0.62 | 0.70 | 0.47 |
| 19.0–20.5 | 0.53 | 0.85 | 0.64 | 0.76 | 0.74 |
| 19.5–21.0 | 0.23 | 0.83 | 0.58 | 0.67 | 0.78 |
| 20.0–21.5 | 0.45 | 0.90 | 0.74 | 0.66 | 0.86 |
| 20.5–22.0 | 0.73 | 0.02 | 0.82 | 0.77 | 0.70 |
| 21.0–22.5 | 0.79 | 0.94 | 0.92 | 0.78 | 0.70 |
| 21.5–23.0 | 0.53 | | 0.81 | 0.83 | 0.68 |
| 22.0–23.5 | 0.34 | | 0.89 | 0.56 | 0.52 |
| 22.5–24.0 | 0.74 | | 0.17 | 0.53 | |
| 23.0–24.5 | 0.11 | | | −0.03 | |

4) 2.0 c.m. interval

| | Senza-ki | Hama-da | Tsuru-ga | Waji-ma | Kamo |
|---|---|---|---|---|---|
| 13.0–15.0 | | 0.29 | | | |
| 13.5–15.5 | | 0.86 | | | |
| 14.0–16.0 | | 0,85 | | | |
| 14.5–16.3 | | 0.46 | | | |
| 15.0–17.0 | | 0.82 | | | |
| 15.5–17.5 | | 0.63 | | | |
| 16.0–18.0 | | 0.13 | | 0.23 | 0.85 |
| 16.5–18.5 | | −0.12 | | 0.20 | 0.53 |
| 17.0–19.0 | 0.08 | 0.12 | | 0.15 | −0.04 |
| 17.5–19.5 | 0.33 | 0.28 | 0.39 | 0.21 | −0.13 |
| 18.0–20.0 | 0.25 | 0.76 | 0.27 | 0.80 | −0.16 |
| 18.5–20.5 | 0.40 | 0.84 | 0.71 | 0.62 | 0.51 |
| 19.0–21.0 | 0.33 | 0.69 | 0.29 | 0.53 | 0.65 |
| 19.5–21.5 | 0.17 | 0.84 | 0.52 | 0.40 | 0.73 |
| 20.0–22.0 | 0.53 | 0.18 | 0.84 | 0.63 | 0.65 |
| 20.5022.5 | 0.97 | 0.76 | 0.82 | 0.61 | 0.96 |
| 21.0–23.0 | 0.68 | | 0.85 | 0.88 | 0.07 |
| 21.5–23.5 | 0.76 | | 0.86 | 0.46 | 0.26 |
| 22.0–24.0 | 0.81 | | −0.05 | 0.52 | |
| 22.5–24.5 | | | | 0.01 | |

5) 2.5 c.m. interval

| | Senza-ki | Hama-da | Tsuru-ga | waji-ma | Kamo |
|---|---|---|---|---|---|
| 13.0–15.5 | | 0.21 | | | |
| 13.5–16.0 | | 0.75 | | | |
| 14.0–16.5 | | 0.84 | | | |
| 14.5–17.0 | | 0.69 | | | |
| 15.0–17.5 | | 0.60 | | | |
| 15.5–18.0 | | 0.06 | | | |
| 16.0–18.5 | | −0.003 | | 0.18 | 0.29 |
| 16.5–19.5 | 0.07 | −0.11 | | 0.18 | −0.04 |
| 17.0–19.5 | 0.53 | 0.07 | −0.05 | −0.01 | −0.09 |
| 18.0–20.5 | 0.19 | 0.20 | | 0.15 | −0.10 |
| 18.5–21.0 | 0.16 | 0.76 | 0.20 | 0.68 | 0.10 |
| 19.0–21.5 | 0.12 | 0.69 | 0.21 | 0.42 | 0.60 |
| 19.5–22.0 | 0.11 | 0.82 | 0.20 | 0.26 | 0.58 |
| 20.0–22.5 | 0.22 | 0.06 | 0.56 | 0.52 | 0.60 |
| 20.5–23.0 | 0.57 | 0.76 | 0.82 | 0.45 | 0.99 |
| 21.0–23.5 | 0.68 | | 0.84 | 0.78 | 0.25 |
| 21.0–23.5 | 0.81 | | 0.88 | 0.39 | 0.17 |
| 21.5–24.0 | 0.57 | | 0.18 | 0.41 | |
| 22.0–24.5 | 0.22 | | | 0.12 | |

6) 3.0 c.m. interval

| | Senza-ki | Hama-da | Tsuru-ga | Waji-ma | Kamo |
|---|---|---|---|---|---|
| 13.0–16.0 | | −0.01 | | | |
| 13.5–16.5 | | 0.75 | | | |
| 14.0–17.0 | | 0.72 | | | |
| 14.5–17.5 | | 0.45 | | | |
| 15.0–18.0 | | 0.05 | | | |
| 15.5–18.5 | | −0.20 | | | |
| 16.0–19.0 | | −0.16 | | 0.17 | −0.03 |
| 16.5–19.5 | −0.04 | −0.13 | | 0.02 | −0.13 |
| 17.0–20.0 | 0.34 | 0.04 | | −0.01 | −0.06 |
| 17.5–20.5 | 0.16 | 0.17 | 0.13 | 0.09 | 0.10 |
| 18.0–21.0 | −0.10 | 0.58 | −0.12 | 0.54 | 0.02 |
| 18.5–21.5 | −0.01 | 0.35 | 0.06 | 0.10 | 0.59 |
| 19.0–22.0 | 0.22 | −0.09 | 0.14 | 0.38 | 0.46 |
| 19.5–22.5 | 0.34 | 0.65 | 0.59 | 0.30 | −0.06 |
| 20.0–23.0 | 0.53 | | 0.73 | 0.66 | 0.38 |
| 20.5–23.5 | 0.66 | | 0.77 | 0.26 | −0.01 |
| 21.0–24.0 | 0.71 | | −0.10 | 0.29 | |
| 21.5–24.5 | 0.11 | | | 0.02 | |

7) 3.5 c.m. interval

| | Senza-ki | Hama-da | Tsuru-ga | Waji-ma | Kamo |
|---|---|---|---|---|---|
| 13.5–17.0 | | 0.62 | | | |
| 14.0–17.5 | | 0.48 | | | |
| 14.5–18.0 | | −0.03 | | | |
| 15.0–18.5 | | −0.21 | | | |
| 15.5–19.0 | | 0.14 | | | |
| 16.0–19.5 | | −0.16 | | 0.03 | −0.06 |
| 16.5–20.0 | −0.05 | −0.12 | | 0.02 | −0.09 |
| 17.0–20.5 | 0.34 | 0.03 | | −0.06 | −0.03 |
| 17.5–21.0 | −0.06 | −0.07 | −0.29 | 0.01 | 0.12 |
| 18.0–21.5 | −0.10 | 0.67 | −0.18 | 0.25 | 0.27 |
| 18.5–22.0 | −0.01 | −0.06 | 0.03 | 0.25 | 0.74 |
| 19.0–22.5 | 0.35 | −0.32 | 0.20 | 0.16 | 0.82 |
| 19.5–23.0 | 0.20 | | 0.47 | 0.47 | 0.50 |
| 20.0–23.5 | 0.52 | | 0.82 | 0.15 | 0.05 |
| 20.5–24.0 | 0.76 | | 0.04 | 0.11 | |
| 21.0–24.5 | 0.01 | | | −0.08 | |

Table VII. $X_i$ in age composition

(in $10^3$)

| age | Senza-ki | Oiwa | Tsuruga | Waji-ma | Niiga-ta | Kamo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | 0.07 | |
| 2 | 2.26 | 2.5 | 0.6 | 4.6 | 5.8 | 0.7 |
| 3 | 3.0 | 1.9 | 2.1 | 11.2 | 8.3 | 3.2 |
| 4 | 0.6 | 0.1 | 0.4 | 2.4 | 2.2 | 0.3 |
| 5 | 0.1 | 0.04 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.1 |
| 6 | | | | 0.1 | 0.1 | |
| 7 | | | | 0.1 | 0.01 | |
| 8 | | | | | 0.01 | |

Table VIII. $C$ in age composition

| age | Senzaki | Oiwa | Tsuruga | Wajima | Niigata | Kamo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | 2.80 | |
| 2 | 1.40 | 1.50 | 1.25 | 1.18 | 1.10 | 1.80 |
| 3 | 1.33 | 1.60 | 1.30 | 1.12 | 1.20 | 1.70 |
| 4 | 1.70 | 2.20 | 1.60 | 1.16 | 0.91 | 1.45 |
| 5 | 2.40 | 2.70 | 1.90 | 2.20 | 0.95 | 2.10 |
| 6 | | | | 1.70 | 1.20 | |
| 7 | | | | 4.44 | 4.30 | |

Table IX. $F$ in age composition

| age | Senzaki | Oiwa | Tsuruga | Wajima | Niigata | Kamo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | 0.5 | |
| 2 | 9.8 | 5.7 | 0.9 | 6.5 | 7.5 | 2.2 |
| 3 | 15.2 | 5.0 | 3.4 | 12.2 | 11.6 | 9.0 |
| 4 | 17.3 | 0.8 | 1.1 | 3.2 | 1.8 | 0.7 |
| 5 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 1.5 | 0.4 | 0.2 |
| 6 | | | | 0.3 | 0.2 | |
| 7 | | | | 0.1 | 0.2 | |

Table X. $r(X_i, X_{ik})$ in age composition

| age | Senzaki | Oiwa | Tsuruga | Wajima | Njigata | Kamo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | |
| 2 | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.1 | 0.6 |
| 3 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 0.9 | 0.7 | 0.6 |
| 4 | 0.9 | 0.6 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.9 |
| 5 | 0.3 | 0.3 | 0.9 | 0.7 | 0.7 | 0.3 |
| 6 | 0.5 | | | 0.5 | 0.6 | |
| 7 | | | | 0.0 | 0.3 | |
| 8 | | | | 0.3 | | |

Table XI. inter-age correlation $r(X_{ik}, X_{i'k})$ in age composition

| age | Senzaki | Oiwa | Tsuruga | Wajima | Niigata | Kamo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-2 | | | | | 0.4 | |
| 2-3 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 0.1 |
| 3-4 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.5 |
| 4-5 | 0.04 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.3 |
| 5-6 | −0.01 | | | 0.9 | 0.7 | |
| 6-7 | | | | 0.5 | 0.4 | |
| 1-3 | | | | | −0.02 | |
| 2-4 | 0.11 | 0.13 | 0.14 | 0.16 | 0.7 | 0.4 |
| 3-5 | 0.3 | 0.5 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.4 |
| 4-6 | 0,8 | | | 0.8 | 0.6 | |
| 5-7 | | | | 0.2 | 0.4 | |
| 1-4 | | | | | −0.05 | |
| 2-5 | 0.4 | −0.02 | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 0.6 |
| 3-6 | 0.5 | | | 0.5 | 0.4 | 0.4 |
| 4-7 | | | | 0.1 | 0.0 | |
| 2-6 | 0.2 | | | | | |

# 七尾湾における真珠貝資源の利用に関する研究

小川良徳・伊藤勝千代

# A note concerning the utilization of pearl oyster resources in Nanao Bay

Yoshinori OGAWA and Katsuchiyo ITO

1. Nanao Bay is abundantly populated by the natural pearl oyster, *Pinctada martensii* (DUNKER). This may be remarkable from the fact that the northern limit in distribution of this shell fish along Japan Sea side of Honshu is Sado Island, only eighty miles north of the aforenamed bay.

2. The shell of the pearl oyster from this bay is characteristically thin and small in bulge.

3. In Nanao Bay the spawning season of this shell fish is June through August, tatest month being the most active settling period of the spats.

4. During the term spring to autum, if the pearl oyster is exposed to air more than fifty hours, its vital force is recognized to get into danger. No significant difference is found between the resistance power to the low water temperature of this shell fish and that of the same fish from Miye Prefecture.

5. In a tentative conclusion, Nanao Bay may not be designated as a very advantageous place for pearl cultivation.

本邦における真珠養殖及び真珠貝に関する調査研究は，古くから太平洋側，とくに三重県志摩を中心として行われ，今日見るがごとき真珠養殖の盛況を呈するに至り，その生産加工は本邦特殊な産業として発展を遂げてきた．しかし，1948年以来三重県において真珠母貝の生産高が経営上の需要度を充たし得ず，*経営者は他県の母貝を買漁るようにたつた．この余波というか，このような一般情勢のもとに久しく放置されていた能登七尾湾のアコヤ貝資源に関心が持たれるに至り，1951～1952年には2万貫近くの稚，母貝が法外な高価格で移出され，七尾湾北湾一帯のアコヤ貝生産地では一時的な真珠貝ブームを引き起したほどであつた。

七尾湾のアコヤ貝の利用については，1904～1909年に石川水試**が真珠養殖を試みた．その後，19

* 生産量の増加率と経営者数の増加率とが比例していたのは昭和11年までであり，12年以後は両者のバランスが破れ，現在も依然としてその状態のもとにある．現在は昭和元年以来最悪の状況下にあるといえる．（高山 '50：三重水試時報 No. 165）。

** 水産試験場 '31：水産試験成績総覧

33年まで三本本真珠が新崎地先の青島に作業場を置いて，真珠養殖をおこなつたり，母貝の三重県への移送もおこなつていた。

筆者らはこのような状況のもとに，七尾湾のアコヤ貝資源の計画的活用により，稚，母貝を豊富に，適正価格で供給し，真珠生産の安定と向上，資源維持をはかり，ひいては七尾湾における真珠，真珠貝生産を当地方産業として育成し，沿岸漁民のよき生活収入源として役立てようとの構想で，これの調査指導に着手したのである。

その結果，集約的採苗の可能なこと，真珠養殖の可能なことなどについてほぼ明らかにし得たし，1952年には事業化の第一歩を踏み出したのであるが，真珠法案*の成立その他の事情により，稚，母貝の需要状況の変化，その他の理由により定期的な貝の移出事情が悪化し，価格の暴落により地元生産組合の熱意も次第に低下し，現在ではわずかな人々によつて母貝の養成，天然貝を採取して県外へ移出されている程度である。

真珠のごとく，その価格の変動の激しく，中心生産地から遠く離れ，市況に強く左右され，また沿岸の貧弱な漁民のみのところにおいては，かかる事業の恒久的成立を期すということは至難といえよう。さらに，三重県下において昭和28年以来，移入禁止の条令まで準備されるという事態におちいつたこともあつた。**

## 〔I〕 種類及び分布

種類　従来，本邦から知られている真珠貝は5種類とされている。そのうち，日本海にはアコヤガイ *Pinctada martensii* (Dunker) だけ知られている。

分布　日本海沿岸における分布については，筆者の1人小川 ('51)*** がさきに報告したが，その後の知見をくわえてつぎに記してみる。

アコヤガイ分布として問題となるのは，その生態上まず北限地の点である。従来北限地は能登半島とされていたが，冬期の水温分布状況からして，佐渡にまでその棲息が可能であろうと推測していたが，最近，歌代 ('53)**** によつて佐渡小木町から採集されたので，佐渡に天然分布することが明らかになり，水温分布よりした推測の正しかつたことが証明されたわけである。

1952年5月，新潟県水産試験場佐渡分場の依頼によつて能登より，稚・母貝を両津湾河崎村（現在，両津市河崎町）地先へ移殖した。その結果の詳細は滝川 ('52)***** によつて報告されているので，その大要を述べると，移殖後順調な成育をなし，産卵もおこなわれ，わずかながら稚貝も採集されている。冬期の水温低下による斃死も水深の浅いところでは相当多かつたが，5～7m 層では斃死は認められなかつたと報告している。これらのことから両津湾においてもわずかな蕃殖が続けられるのではないかと思われ，分布の北限地は現在のところ佐渡両津湾ということができよう。

さらに，追加される点は但馬沿岸の大小の入江にもアコヤガイが棲息している。とくに柴山湾には

---

* 法律第9号 (27. 3. 25) 真珠養殖法。

** 聞くところによると，能登貝が志摩で非常な勢で蕃殖するので，在来のが貝がこれに圧倒されるという心配から移入禁止という声が出たという。しかし。筆者らの各方面から調査した判断では決して能登貝はアコヤ貝の別種ではなく，環境による形態変化型で，志摩の貝に悪影響を及ぼすとは考えられない。志摩で蕃殖している能登貝というのは，九州コシキ島のベニコチョウガイ *Pinctada fucuta* (Gould) ではなかろうかと考えられる。

*** 小川良徳 ('51)：日本海におけるアコヤ貝の分布（予報），採集と飼育 Vol. 13, No. 11.

**** 歌代勤 ('53)：アコヤ貝の新産地，採集と飼育 Vol. 15, No. 8.

***** 滝川忠三 ('52)：昭和26, 27年度新潟県水試事業概要（真珠貝移殖予備試験）

相当量棲息しているが，これらの資源は全く未利用の状態におかれたままである。

久美浜湾，宮津湾，舞鶴湾，小浜湾では，それぞれ真珠の養殖が試験的ではあるが開始されている。しかし，各地とも地元産母貝の量が少なく自給できずに志摩及び七尾湾産の貝を移入しているような状態である。

以上を総括すると，日本海におけるアコヤガイの分布は佐渡島を北限地としている。またその分布状況は佐渡島以西で，海岸は岩礁い性のところで，冬期水温が7～8°C 以下にならな入江などであればほとんど棲息していると考えてよいと思う。

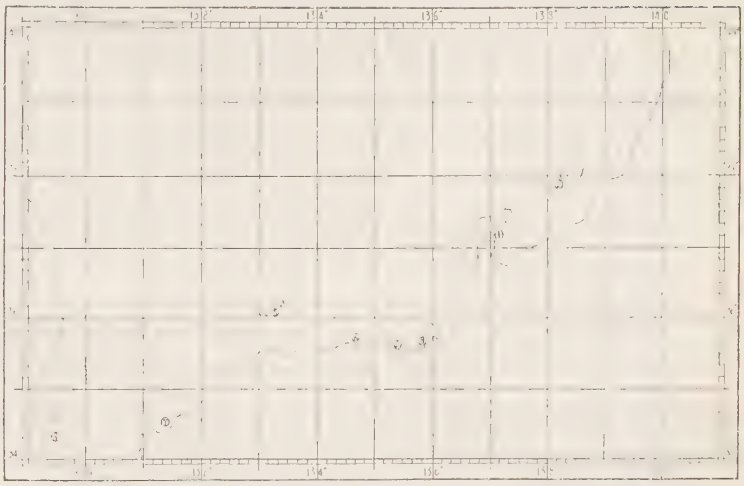


Fig. 1 Distribution of *Pinctada martensii* in Japan Sea

(1) Nanao Bay, Noto　(4) Miyazu Bay and Kumihama Bay, Tango
(2) Mano Bay, Sado　(5) Mita Bay, Oki
(3) Obama Bay, Wakasa　(6) Kasumi and Shibayama Bay, Tazima
(7) Yamaguchi Pr.　(8) Tsushima

## 〔Ⅱ〕 形　　態

一般に，真珠養殖に好適な母貝として要求される形質は，真珠質分泌の良好な，貝殻の厚い，貝の膨みの大きいものということであろう。これは挿核作業の折に，貝殻の破損が少なく，核の挿入量が多いということに関係するので，真珠養殖上の基本的な要求条件である。

しかるに，七尾湾産アコヤガイは以下のべるごとく，貝殻は薄く，貝の膨みが小さく，扁平な貝である。

日本海側各地産の貝についてみるに，隠岐島美田湾のものが最も貝殻が厚く，但馬香住，同柴山湾丹後久美浜湾，同宮津湾とつづき，若狭小浜湾のものと七尾湾のものとがよく似ていて薄い。能登宇出津，同小木産のものは比較的に厚い。これらのことから考えて，内湾性の強いところに棲息するものほど貝殻が薄く，外洋性のものほど厚い傾向がみられる。

小竹（'52）* によれば，静岡県清水湾産の貝は英虞湾のものによく似ている。長崎県対馬産の貝殻は非常に厚い。大村湾のものは前三者に比べて薄い。また，徳島県の県南の那佐湾産は対馬の貝に似ていて薄いが，同県北のものは大村湾のものに似てやや厚い。結局，母貝としては三重県産が一番よいように思うと述べている。そして，この大きな要因としては水温，比重が考えられるとしているが明確ではない。そのほかに，水深の浅いところに棲息する貝は殻が薄く，膨みも少ないといわれている。

七尾湾においては，湾底の性状からして，水深6m 以深には貝の棲息はみられない。通常 2～3m のところに最も多く棲息している。また，若年貝が多く，老貝は非常に少ない。

---

* 小竹子之助：昭和27年1月11日付私信より。

つぎに，貝殻の膨みであるが，膨みが少なく，扁平であれば殻長は大きくとも抑核量は少なくなり，真珠生産の効率は悪い。膨みが多ければ殻長は小さくとも内質部は多く，抑核量は大きくなり，したがつて，真珠生産の効率は高くなるので，膨みの多い貝ほど望まれるのである。

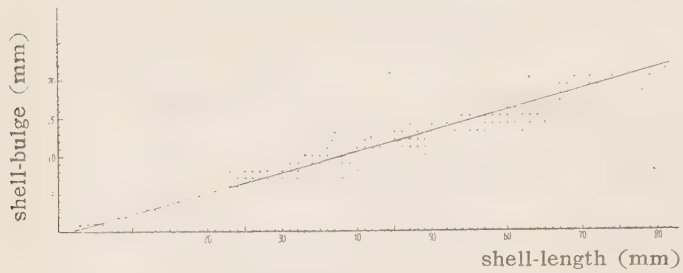



Fig. 2　Relation between the shell-length and shell-bulge

この貝の膨みについて，藤吉('53)*の研究によれば，三重県のものに伊万里産の貝が非常によく似ていて膨みが大きく，つづいて大村，対馬の順になつている。そして，これは貝殻の厚さによるよりも，両殻の彎曲の度合によるとしている。また，貝殻の重量は，三重県産と伊万里産及び大村産と対馬産との間には差がみられないと述べている。

七尾湾産のものについて，殻長と殻巾との関係は Fig. 2 に示すとおりで，$y=0.2604\times-0.278$ という関係式であらわすことができる。

つぎに，貝殻の膨み（殻長と殻巾/殻長×1000）についてみると，Fig. 3 に示すように，稚貝のときには分散が大きいが，成長とともにほぼ一定の巾に収斂されていく傾向があることがわかる。すなわち，稚貝の stage には 150～400 までの間に大きく分散しているが，殻長 40mm 以上になると 250 を中心にして，その分散は小さくなる。

Fig. 3 Convexity of shell (relation between the shell-length and $\left(\frac{\text{shell-bulge}}{\text{shell-length}}\right)\times1000$) in NANAO Bay

隠岐産のものについてみると，膨みは七尾湾産のそれより幾分大きいように考えられる。それを Fig. 4 に示しておいた。

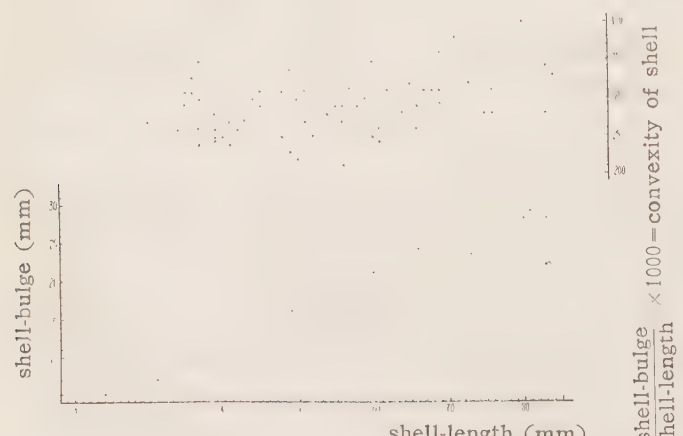



Fig. 4　Relation between the shell-length and shell-bulge in OKI Island

これらの形質については，年令，天然貝か養成貝か，棲息水深の如何などの各種条件も考慮にいれて，日本海各地産，さらに九州太平洋側各地産のものについて比較しなければならないのであるが，

* 日本水産学会九州支部例会にて発表の原稿「アコヤ貝の形態の地方的変異について」の御恵送を賜つた。

現在のところ，これらを満足させるにたる資料が少ないので今後の研究にまちたい。

以上総括すると，七尾湾産のアコヤ貝は決して真珠生産上満足すべき貝ではなく，殻の薄いこと，膨みが小さく扁平であり，これは大きな欠点と考えられる。

貝殻の色彩について*　　アコヤ貝の貝殻の色彩は変異に富んでいるが，原色系（暗褐色を主とするアコヤ貝のもつ一殻色），赤紫色系，黄色系及び緑色系の4系統に大別でき，この色系の現われ方はし一定の現われ方をしないが，原色系と他の色貝の現われ方は3:1の比率であつた。

## 〔Ⅲ〕 生　　態

### 1) アコヤ貝の採苗

この調査を実施する前年，すなわち1950年には，アコヤ貝稚貝の発生は莫大なものであつたようであり，北湾の西岸一帯には冬期間にアコヤ貝稚貝の死殻が相当量打ちあげられていた。また，穴水，麦ケ浦，中居，西岸（にしぎし）さらに西湾の瀬嵐，中島，その他養殖中のカキ連に相当附着したという。1951年1月～2月のカキ取り揚げの際，麦ケ浦でカキ殻に附着していた多数の稚貝を発見した。地元カキ業者の言では数年来にないということであつた。

1951年春には，三重県からアコヤ貝の買付けに相当入り込んで，稚貝も相当高価に販売することができたので，採苗事業の確立が痛感され，前年の附着からみて，この事業化は容易であろうとの推測から，地元漁民は6月頃一斉に着手した。

1951年には，仔虫の出現状況調査は実施できなかつたが，8月3～6日に投入した附着器について，10月に取揚げ調査をおこなつたが，穴水地先では，殻長9～10mmのものがカキ殻1枚当り20～40個附着していた。麦ケ浦では，附着器（カキ殻製長さ1m，カキ殻約100枚）1連で458個，重量56.8gr.であつた。このうち，約1/4についてその組成をみるとFig. 5にホすとおりであつた。大約して，殻長7, 10, 13, 16mmにそれぞれモードがあり，13mmのモードをもつ群が最も大きく，ついで10mm, 10 mm, 16mmの順で少なくなつていた。

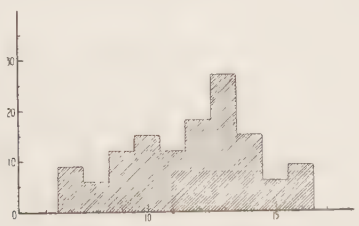



Fig. 5　Shell-length composition of young pearl oysters (1951)

このような予備調査の結果，集約的採苗が可能であろうことが考えられた。

仔虫出現状況　　調査地点はFig. 6に示す15地点（図ではSt. 1と1.5を除いた）で，北湾西岸寄りの中居，麦ケ浦，穴水，岩車，新崎地先を中心とした海区である。

1952年6月26日から8月28日まで，7回の海洋観測及び仔虫採集をおこなつたが，その間の水温経過

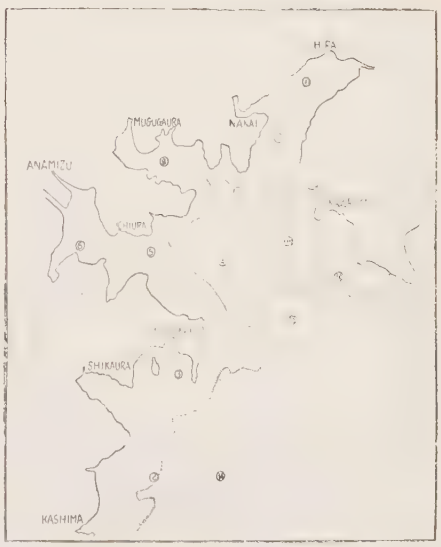



Fig. 6　Distribution of sampling stations

* 小川良徳 ('54)：アコヤ貝の貝殻色彩，採集と飼育 Vol. 16 No. 11

はTable. 1 に示すとおりであつて，この年は全体的に降雨が多く，したがつて，水温の上昇はにぶく不順であつた。

| Depth \ Date | '52. 6. 26 | 7. 7 | 7. 17 | 8. 1 | 8. 10 | 8. 19 | 8. 28 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | °C | °C | °C | °C | °C | °C | °C |
| 0 m | 20.0～21.0 | 23.0～22.5 | 24.5～25.0 | 24.5～25.6 | 26.7～27.3 | 25.2～28.0 | 25.4～26.5 |
| 2～5m | 20.0～20.5 | 22.0～21.5 | 24.0～22.0 | 24.2～25.1 | 26.2～25.4 | 27.8～25.0 | 26.0～25.0 |

Table 1. Water temperature at surface and 2-5m in depth during sarvey.

仔虫の出現状況についてみると，6月26日にはすでに僅かであるが Veliger, Umbo stage のものが認められている。7月7日の調査では前回よりもそれが減少していたが，17日の調査では再び多量に採集された。しかし，Fullgrown stage のものはまだ認められなかつた。ついで，8月1日の調査では Umbo stage のものが多く，また Fullgrown stage のものも相当量みられた。しかし，7月下旬からとみに降雨が多く，水温経過も思わしくなく，8月10日の調査では Umbo 及び Fullgrown stage のものが増加し，表面水温はこの10日間に 2°C も上昇し大量附着が期待された。23日の調査では局地的に仔虫の出現がみられ，Fullgrown stage のものが多くなつていた。

7月上旬に投入した附着器に，肉眼で稚貝の附着がわずかながら認められたのは8月2日であつた。

大量附着のみられた1950年の夏は，7月3日から8月20までの間一度の降雨もなく，日照が続いたので，6月下旬から水温は急上昇を示したためであろう。27年8月18日，キヤレン台風の来襲によつて仔虫の斃死も相当でるのではないかと考えられていたが，20日の調査では仔虫の出現が局地的であつた。これは風浪によつて寄合わされた結果ではないかと考えている。

仔虫の出現状況について，麦ケ浦及び岩車地先のものについて図示すると Fig. 7 のとおりである。

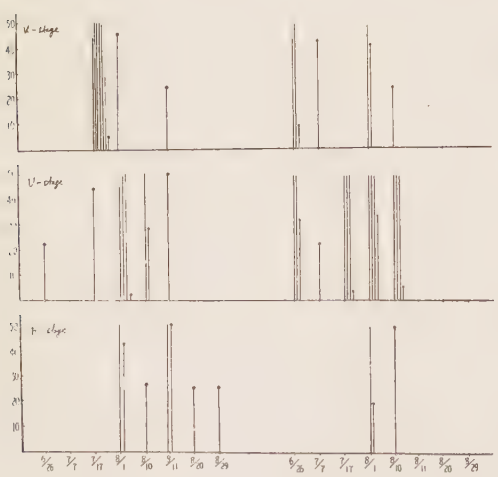



Fig. 7 Appearance of larvae
A—Mugigaura, M—Iwaguruma.

稚貝の附着　　稚貝の附着は麦ケ浦が最も良好であつた。一般的にいつて，附着の良好な場所は棲息している親貝の多少によるよりも，七尾湾においては潮流のゆるやかな溜り，波浪によつて吹溜りになる入江である。河川の流入によつて淡水の影響をうける場所は，雨量の比較的多い当地方では附着は不良となる。附着状態について麦ケ浦と穴水湾について示すと Table 2～3 のとおりである。穴水湾は小叉川の流入があり，麦ケ浦はそのようなことのない小さな入江である。

これらに使用した附着器は，カキ殻を8番線の針金に通したもので，1連の長さは 1m とし，カキ殻の数は 100 枚内外とした。このカキ殻100枚に附着した稚貝の個体数を表面と裏面*とに区別して計数した。その結果，穴水より麦ケ浦が附着良

* 表面と裏面は，カキ殻を重ねて通してあるので，厳密な区分は容易でない　附着器の投入時期は，いずれも7月16日である。

| Depth | A | | | B | | | C | | | D | | | E | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Out-side | Back-side | Total | Out-side | Back-side | Total | Out-side | Back-side | Total | Out-side | Back-side | Total | Out-side | Back-side | Total |
| (cm) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1～ 10 | 39 | 36 | 75 | 16 | 9 | 25 | 290 | 268 | 558 | 13 | 18 | 31 | 1 | 2 | 3 |
| 11～ 20 | 24 | 21 | 45 | 20 | 9 | 29 | 254 | 162 | 416 | 41 | 30 | 71 | 1 | 16 | 17 |
| 21～ 30 | 49 | 43 | 92 | 32 | 20 | 52 | 224 | 125 | 349 | 20 | 32 | 52 | 3 | 5 | 8 |
| 31～ 40 | 82 | 47 | 129 | 22 | 12 | 34 | 317 | 144 | 461 | 21 | 44 | 65 | 2 | 7 | 9 |
| 41～ 50 | 68 | 56 | 124 | 32 | 14 | 46 | 260 | 150 | 410 | 22 | 24 | 46 | 5 | 3 | 8 |
| 51～ 60 | 73 | 60 | 133 | 86 | 41 | 127 | 214 | 107 | 321 | 27 | 21 | 48 | 2 | 2 | 4 |
| 61～ 70 | 88 | 44 | 132 | 143 | 68 | 211 | 216 | 79 | 295 | 24 | 18 | 42 | 1 | 2 | 3 |
| 71～ 80 | 72 | 64 | 136 | 104 | 37 | 141 | 147 | 128 | 275 | 17 | 14 | 31 | 1 | 3 | 4 |
| 81～ 90 | 84 | 40 | 124 | 167 | 113 | 280 | 154 | 123 | 277 | 34 | 28 | 42 | 2 | 1 | 3 |
| 91～100 | 17 | 18 | 35 | 128 | 64 | 192 | 131 | 83 | 214 | 27 | 29 | 56 | 1 | 0 | 1 |
| 101～110 | 42 | 61 | 103 | 169 | 74 | 243 | – | – | – | 6 | 4 | 10 | 1 | 7 | 8 |
| 111～113 | 32 | 21 | 53 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Total | – | – | 1,181 | – | – | 1,380 | – | – | 3,576 | – | – | 494 | – | – | 68 |

Table 2 The number of settled young shells at different depth of water (MUGIGAURA)

| Depth | A | | | B | | | C | | | D | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Out-side | Back-side | Total | Out-side | Back-side | Total | Out-side | Back-side | Total | Out-side | Back-side | Total |
| (cm) | | | | | | | | | | | | |
| 1～ 10 | 21 | 11 | 32 | 14 | 12 | 26 | 20 | 20 | 40 | 2 | 3 | 5 |
| 11～ 20 | 16 | 20 | 36 | 11 | 26 | 37 | 39 | 36 | 75 | 2 | 17 | 19 |
| 21～ 30 | 9 | 10 | 19 | 6 | 14 | 20 | 21 | 33 | 54 | 4 | 6 | 10 |
| 31～ 40 | 10 | 5 | 15 | 8 | 20 | 28 | 23 | 47 | 70 | 2 | 10 | 12 |
| 41～ 50 | 6 | 6 | 12 | 12 | 12 | 24 | 24 | 29 | 53 | 5 | 4 | 9 |
| 51～ 60 | 2 | 1 | 3 | 9 | 20 | 29 | 28 | 19 | 47 | 1 | 5 | 6 |
| 61～ 70 | – | – | – | 9 | 15 | 24 | 19 | 19 | 38 | 1 | 2 | 3 |
| 71～ 80 | – | – | – | 15 | 26 | 41 | 22 | 17 | 39 | 1 | 4 | 5 |
| 81～ 90 | 5 | 6 | 11 | 14 | 21 | 35 | 28 | 36 | 64 | 2 | 1 | 3 |
| 91～100 | 5 | 6 | 11 | 15 | 18 | 33 | 25 | 23 | 48 | 3 | 0 | 3 |
| 101～110 | 5 | 5 | 10 | – | – | – | 7 | 14 | 21 | 2 | 7 | 9 |
| Totai | 79 | 70 | 149 | 113 | 184 | 297 | 256 | 293 | 549 | 25 | 59 | 84 |

Table 3 The number of settled young shells at different depths of water (ANAMIZU)

好であつた。麦ケ浦の場合でも，場所によつて最高3,576個から最低68個という大きな開きがみなれるが，その開きは前述の理由に支配される傾向があるようである。

麦ケ浦で，附着器の長さを1.5mとした場合についてみると，その附着状態は Table 4, Fig. 8 に示すとおりである。Table 4 は水深別に整理したものである。Fig. 8 をみてわかるように，水深が浅いほど附着数は多く，深いほど少なくなる傾向がある。しかし，これはいずれの場合でもそうであるとはいえないと思われる。また，表面と裏面の附着数を比較すると裏面に多かつた。この一連の附着数は4,302個体であり，その総重量は 1036.7 gr.（約300匁）であつた。また使用カキ殻数は151枚であるので，1枚平均35.5個体の附着である。附着個数と重量及び水深の関係をみると Fig. 9 に示

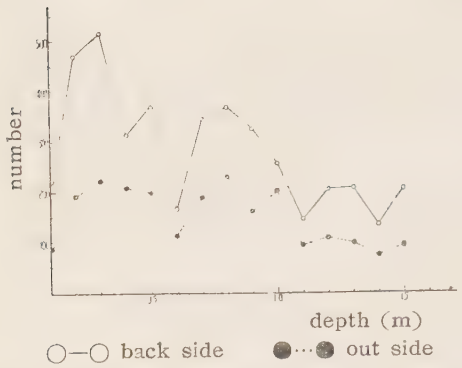



Fig. 8 Relation between the depth (out side, back side) and the number of settled young shells.

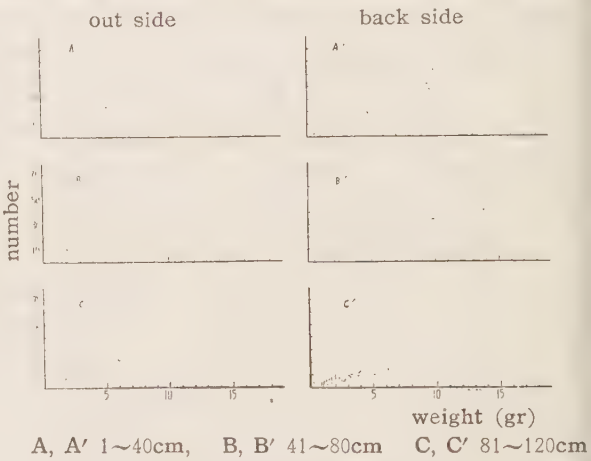
Table 4 Relation between the depth and the number of settled youngs

| Depth (cm) | Outside | Backside | Total |
|---|---|---|---|
| 30 | 498 | 601 | 1,099 |
| 60 | 524 | 328 | 852 |
| 80 | 582 | 462 | 1,044 |
| 120 | 402 | 304 | 710 |
| 150 | 276 | 270 | 546 |
| Total | 2,286 | 1,965 | 4,251 |

すように，水深 1.5m を 3 層に区分し比較をおこなうと，浅いところでは附着個数の多い割合に重量は少なく，深いところはこれと反対である。この場合において，深い処では比較的に個体当りの重量は大きく，浅いところは小さいということは，浅いところの個体は小さいが附着数が多いことを示していると思う。

つぎに，附着稚貝の組成についてみると，麦ケ浦は Fig. 10 と Table. 5 に，穴水は Fig 11 と Table 6 に示してある。まず，Table 6 についてみると，附着器の長さは 1m で，これについているカキ殻を10枚ずつ区分してこれを水深の指標とし，その組成をみると，この場合は前述のように深いところが必ずしも附着数が少なく，かつ個体が大きいということができない。

Fig. 9, 10 について，殻長の組成をみると同一傾向のカーブを示している。すなわち，




A, A′ 1～40cm, B, B′ 41～80cm C, C′ 81～120cm

Fig. 9 Relation between the weight and the number of settled young shells at different depths of water.

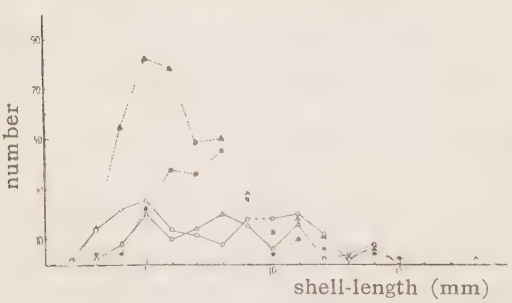



Fig. 10 Shell-length composition of settled young pearl oysters.

Fig. 11 Shell-length composition of settled young pearl oysters (Anamizu 1952, X)

| Shell-length | A | | B | | Totale |
|---|---|---|---|---|---|
| | Outside | Backside | Outside | Backside | |
| mm | | | | | |
| 1 | – | – | 1 | 0 | 1 |
| 2 | 0 | 1 | 2 | 0 | 3 |
| 3 | 7 | 1 | 2 | 7 | 17 |
| 4 | 11 | 4 | 11 | 27 | 53 |
| 5 | 13 | 10 | 19 | 41 | 83 |
| 6 | 7 | 5 | 18 | 39 | 69 |
| 7 | 6 | 7 | 23 | 24 | 60 |
| 8 | 4 | 10 | 13 | 25 | 52 |
| 9 | 9 | 8 | 9 | 10 | 36 |
| 10 | 9 | 3 | 3 | 6 | 21 |
| 11 | 10 | 8 | 5 | 9 | 32 |
| 12 | 6 | 1 | 3 | 6 | 16 |
| 13 | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 |
| 14 | 0 | 4 | 2 | 3 | 9 |
| 15 | – | – | 1 | 1 | 2 |
| 16 | – | – | 0 | 0 | 0 |
| 17 | – | – | 0 | 0 | 0 |
| 18 | – | – | 0 | 1 | 1 |
| Total | 83 | 64 | 113 | 200 | 460 |

Table 5 Shell-length composition of settled young pearl-oysters.

| Shell-length | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 1 | 1 | 1( 1) | 2 |
| 3 | 0 | 0( 1) | 0( 2) | – | – | 1( 2) | – | – | 0( 1) | 1( 1) | 2 | 2( 9) | 11 |
| 4 | 0( 9) | 1( 2) | 0( 0) | 1( 0) | 2( 1) | 3( 5) | 0( 2) | 2( 2) | 0( 3) | 2( 3) | 5 | 11( 32) | 43 |
| 5 | 4( 4) | 3( 5) | 0( 3) | 3( 3) | 1( 1) | 2( 5) | 1( 3) | 3( 8) | 2( 6) | 0( 3) | 7 | 19( 48) | 67 |
| 6 | 2(11) | 1( 1) | 1( 4) | 0( 0) | 2( 1) | 1( 1) | 3( 3) | 2( 9) | 2( 2) | 3( 6) | 6 | 17( 44) | 61 |
| 7 | 3( 5) | 2( 2) | 0( 2) | 0( 2) | 1( 2) | 3( 2) | 8( 2) | 3( 2) | 1( 4) | 1( 0) | 3 | 22 26) | 48 |
| 8 | 1( 3) | 0( 0) | 2( 2) | 2( 8) | 2( 3) | 2( 5) | 0( 2) | 2( 2) | 2( 3) | 0( 2) | 3 | 13( 33) | 46 |
| 9 | 1( 3) | 0( 1) | 1( 2) | 1( 5) | 0( 1) | 1( 0) | 2( 0) | 3( 1) | 0( 1) | – | 3 | 9( 17) | 26 |
| 10 | 1( 0) | 0( 1) | 0( 0) | 0( 2) | 0( 2) | 1( 0) | 0( 0) | 1( 1) | 0( 0) | – | – | 3( 6) | 9 |
| 11 | 0( 0) | 3( 1) | 0( 3) | 0( 0) | 0( 0) | 1( 2) | 0( 1) | 0( 1) | 0( 0) | 1 | – | 5( 8) | 13 |
| 12 | 1( 1) | 0 | – | 0( 1) | 0( 1) | 0( 2) | – | – | 1( 0) | 1 | – | 3( 6) | 9 |
| 13 | 0( 0) | – | – | 1( 0) | 0( 0) | – | – | – | – | – | – | 1( 0) | 1 |
| 14 | 1( 0) | – | – | 0( 2) | 0( 1) | – | 1 | – | – | – | – | 2( 3) | 5 |
| 15 | 0( 0) | – | – | 0( 1) | – | – | 1 | – | – | – | – | 1( 1) | 2 |
| 16 | 0( 0) | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 0( 0) | 0 |
| 17 | 0( 0) | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 0( 0) | 0 |
| 18 | 0( 1) | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 0( 1) | 1 |
| Total | 14(37) | 10(14) | 4(18) | 8(24) | 8(13) | 15(24) | 16(13) | 16(26) | 8(20) | 10(16) | 30 | 109(235) | 344 |

The number in parentheses is back side of settling.

Table 6 Shell-length composition of settled young pearl-oysters

モードは 5, 8, 11, 14mm のところにあり，その大部分を占めるのは 5, 8mm にモードをもつ群である．これらの4群はそれぞれ附着時期を異にするものと考え，これを既述の仔虫出現調査の結果と比較してみるとき，Fullgrown stage の出現状況とほぼ一致する．すなわち，14mm にモードをもつた群は附着器投入間もない7月中旬に，11mm のものは7月下旬に，8mm のものは8月初旬に，5mm のものは8月中旬に，それぞれ附着したものではなかろうか。8月下旬にはほとんど仔虫の出現をみないことからしても，最後の附着は8月中旬頃までとみたいのであるが，この取り揚げ計測は10月26日におこなつたので，附着後の成長ということを考えると，成長は不良である。9月に入つてからの産卵は，親貝の生殖腺の状態は放卵後のものと観察されたので，多量附着のために成長が悪かつたと考えた方がよいと思われる。

Fig. 12　Shell-length composition of 1 age young pearl oysters.

1951年に発生した稚貝を，1952年6月21日に測定したが，その組成を Fig. 12 に示してみる。これをみてもわかるように，附着後，春季の成長に冬期間の成長停滞考慮にいれてみるとき，前述の発生群を4群に区分することは不当でないと思う。

2)　生　活　力

アコヤ貝は，その需要先の関係で輸送される場合が少なくない。七尾湾にあつてもそのほとんどが他府県に陸上輸送されるので，これにともなつて輸送の時期，所要時間などが問題とされる。

空中活力について小林（'50)*は，冬期室温にさらした場合の斃死率について実験しているが，12時間（経過時の室温（4.2～10.1°C）のものでは死んでいないが，18時間（3.5～10.1°C）のものでは10%以内の死亡率であり，24時間（3.5～10.1°C）では中年貝及び2年貝が80%の高率を示し，48時間（3.0～10.1°C）では全滅したと報告している．小川（'52)**は，七尾湾の貝を使用して 3, 6, 12, 18, 24, 30, 48時間の7組とし，2年貝を各組50個ずつ，11月6日からと12月6日からの2回にわたつて実験した．第一回実験においては，経過室温 16.5～9.2°C の範囲内であり，各組とも実験後15°C級の海中に戻したが，露出時間12時間（経過室温14.8～10.8°C）のものが10日目に4%，24時間(16.5～10.9°C）が20日に2%の斃死をみたのみで，その後は1個体の斃死もなかつた。第2回の実験では経過室温は 13.4～4.7°C であり，実験後戻した水温は 10°C 級であつたが，その後40日経過しても斃死はまつたくなかつた。

空中活力の場合，室温とそのときの湿度が一番大きな要因と考えられるが，前二者ともにこの点が明らかにされていないので，今後の問題としたい。

つぎに，保湿用に海藻を用いた活力試験の結果を記すと，2, 3年貝を各組30個宛とし，保湿用海藻としてスギモク Coccophora langusdorfii (Jurn) Grev. を100匁宛使用し，17×13.5×20.5cm の木箱に収容して蓋をした。実験は1953年7月5日に開始し，それぞれ（A）30,（B）40,（C）50,（D）55,（E）60時間室内に放置し，その間室温，箱内温度を測定した。所要時間経過後はただちに金網籠に収容して海水中に戻した。水温は 22.1～24.2°C であつた。

供試貝を海水中に戻したのち10日間にわたつて，その斃死状況を調査した結果を示すと Fig. 13 のとおりである。

図にみるごとく，斃死は戻した日から数えて1～2日に斃死個体の大部分が現われ，その後5日目

---

* 小林新二郎 ('50)：アコヤ貝を冬期室温にさらした場合の斃死率について，真珠の研究 Vol. 1, No. 2.
** 小川良徳 ('52)：アコヤ貝の空中活力について（予報）医学と生物学 Vol. 23, No. 3.

で安定し，以後異常はみられなかつた。

活力試験50時間の3グループの斃死率は（A）16.7%，（B）23.3%，（C）30.0%を示し，活力時間の延長に比例して斃死率の漸増がみられるが，（D），（E）グループでは斃死率が急激に増加している。すなわち，（D）93.9%，（E）90.0%であつて，活力試験時間50時間までのものに比較して3倍の斃死率を示している。

供試貝の水分消失と海藻の変質との時間的変化をみると Fig. 14 に示すとおりである。これをみてもわかるように，貝と海藻との水分消失量が相関関係にあり，活力試験時間の延長とともに水分が消失するが，50時間から海藻の変質が急激にあらわれている。貝の場合でも海藻ほどでないが，水分の消失率は大きくなつている。50時間以上になると，保湿用の海藻はいわゆるムレをおこしてくる。しかがつて，50時間以上の供試貝がそれ以下のものに比較して顕著に斃死率が大きいのはこのためによるものと考えられ，梅雨季では50時間が活力を保持する限度のように思われる。

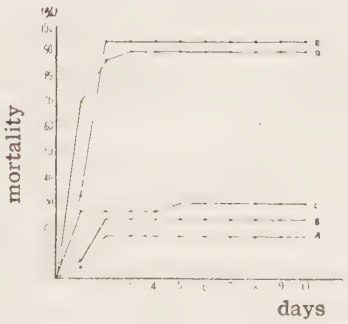



Fig. 13 Cumulative mortality curves in succeeding days after treatments of vital force experiment of 30 hrs. (A), 40 hrs. (B), 50 hrs. (C), 55 hrs. (D) and 60 hrs. (E).

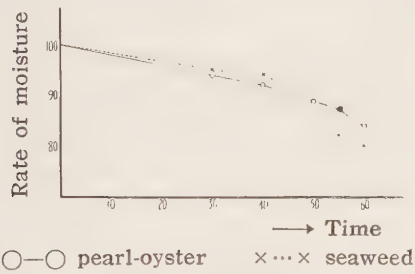



Fig. 14 Loss of moisture in pearl oyster and seaweeds after removal from Sea.

1952年5月25日，石川県和倉から稚貝約500匁，2～3年貝1貫匁を佐渡河崎村まで輸送した。* この総経過時間は37時間であり，50×25×18cm の木箱の上下にスギモクを入れて漬けた。輸送中の車内，容器内の温度は滝川（'52)** にも示されているごとく，車内その他 27.4～12.7°C であり，容器内のそれは 13.4～19.4°C の範囲内であつて，輸送による斃死はまつたくなかつた。

1951年8月，隠岐島浦郷から同美田湾産の母貝約10貫（1貫当65個平均）を，当所所属の第2旭丸を利用して海上輸送を試み成功した。7月31日に積込み，8月1日18時30分に浦郷を出港し，3日7時20分に香住港着，碇泊時は舷側に吊して海中につけておいた。4日8時30分香住を出港し，七尾到着は6日8時30分であつた。航海中は養殖用金網籠に収容して甲板に積み，その上に海水をひたしたムシロで覆つておいた。この間，総経過時間は5日16時間であり，浦郷から香住までの空中露出は36時間50分，香住でほぼ24時間海水（水温26.8°C）につけて休養し，ついで48時間露出したことになり，その間の気温は 28.5～25.5°C であつた。8月の相当な暑さの内での海上輸送にもかかわらず，輸送による斃死はまつたくみられなかつた。しかし，貝は相当疲労していたことは足絲が根元から抜けることから観察された。

つぎに，分布の北限に近い七尾湾にあつては，冬期間の生活力という点が管理上大きな問題となつてくる。すなわち，1月から2月初旬にかけて水温が低下し，養殖中，貝が低水温にさらされる危険性は充分あり，1月から2月にかけて 20m で12.9～7.4°C，5m 層で 13.8°C～9.9°C といつた低水温が現われている。小林・東畑（'48)*** は 13°C 以下の水温になると冬眠状態に入るといつている

---

* 筆者の一人伊藤が新潟水試佐渡分場の依頼により輸送にあたつた。

** 滝川忠三（'52)：昭和26，27年度新潟水試事業概要（真珠貝移殖予備試験）

*** 小林新二郎，東畑正敏（'48)：アコヤ貝の冬期の生活力に就いて(1)；(2)，日水誌 Vol. 14, No. 4.

すなわち，七尾湾においては1月から3月にかけての成長は望めないことである。

低水温斃死について（山口'51)*は，8°C級以下の低水温が停滞すると疲斃し，このとき7°C級の低水温が出現するときは斃死数を増加すると述べている。

七尾湾産のものについて，低水温出現域に放置した場合の斃死について小川（'52)**は，さきに実験結果を報告したが，それの要点を記してみる。この実験での供試貝は，先述の空中活力試験に使用したものを，そのまま低水温にさらしたものである。空中露出による貝体の消耗は，水温15°C級の海域に置くときには，20日間くらいで回復して成長を開始するが，10°C級の低水温におかれた場合，またはそれ以下に漸次低下する場合には40日を経過してもその消耗は回復しきれずに，それがその後の低水温に遭つて斃死する場合にまで影響し，斃死率が異つてくる。

水温下降期にあつては8°C級の水温にさらされているとき，急激に水温が低下すると，1週間後には約10～50％の斃死をみる。この低水温による生活力の衰弱は，その後1週間くらい8°C級に水温が上昇していても，斃死率にはさほどの変化はみられない。春期水温の上昇期には，8°C級の水温にさらされても斃死することはない。この実験時の水温経過はFig. 15 斃死率はFig. 16***にそれぞれ示したとおりである。

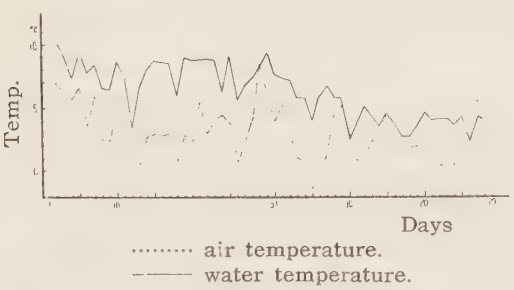



Fig. 15 Fluctuations in water and air temperatures during observation period.

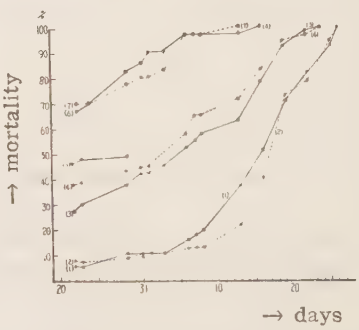



Fig. 16 Cumulative mortality curves of pearl oysters during observation period.

七尾湾の北湾では，場所によつて冬季水温分布は大いに異つているが，アコヤ貝が多く棲息している場所の底層は，最低の場合でも10°Cを降ることは通常ないが，冬季は養殖貝はできるだけ深く垂下する必要がある。しかし，比較的湾の水深が浅いので，万一低水温の常状出現があつた場合には避寒する場所はない。また，冬期は北西の季節風が強いので，この波浪によつて垂下中の貝が破損をうけることも多い。

## 〔Ⅳ〕 真　珠　養　殖

七尾湾における真珠養殖は，かつて御木本真珠KKによつておこなわれたことがあるが，その成績はよく知ることができずに今日に到つている。

筆者らは山口正男氏の指導によつて，1951年から真珠養殖試験を実験したので，その成績の大要をここに記す。

---

* 山口正男（'51)：真珠貝及び真珠とその生産，日水研パンフレット No. 1.

** 小川良徳（'52)：アコヤ貝の低水温斃死について，医学と生物学 Vol. 24, No. 5.

*** Fig. 15, 16 は小川（'52）の報告より再載したものである。
Fig. 16 の(1), (2), (3), (4), (5), (6), (7)はそれぞれの空中露出時間 3, 6, 12, 18, 24, 30, 48, 時間別のグループ番号である。

当初は，七尾湾産母貝に細胞貝として七尾湾産の貝を使用して試験する予定であつたが，この年の春季に，母貝の多くは採捕されて移出された後であつたために，母貝として使用できるものが入手できなく，また貝の価格が七尾湾では法外に高過ぎたことなどにより，当水研浦郷支所の堀井技官の尽力によつて，隠岐島美田湾産の母貝を海上輸送したのを使用した。

隠岐産母貝は，貫65掛りで平均の大きなもので老貝が多かつた。細胞貝には主として七尾湾産2年稚貝を使用した。使用した核のサイズは径1分である。これに1貝当り6粒宛挿入した。*

挿核作業は8月20日におこなわれ，総手術貝数は610個体であつた。

1952年11月に取揚げ，玉ムキをおこなつたが，その成績はつぎのとおりである。11月玉ムキのために取揚げた手術個体数は514個で，歩留は86%であつた。

取揚げた真珠を，真珠の巻き，その他で4階級に区分した。上玉 25.8gr. 中玉 32.5gr. 下玉 60.2gr. ドロ玉及び原核玉 16.8gr. であつて，総重量は 135.3gr. であつた（Table 7 参照）。

Table. 7 Products of cultured pearls.

| Class | Large size | | | Small size | | Golden | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Weight (gr.) | Weight (gr.) | Number | Weight (gr.) | Number | Weight (gr.) | Number |
| Classifiy | 25.8 | 15.4 | 208 | 8.1 | 130 | 2.3 | 30 |
| Medium | 32.5 | 8.0 | 92 | 23.0 | 353 | 1.5 | 21 |
| Subordinate position | 60.2 | – | – | – | – | – | – |
| Wast | 16.8 | – | – | – | – | – | – |
| Total | 135.3 | – | – | – | – | – | – |

上玉の大では，真珠1個の平均重量は 0.074gr. 小で 0.062gr. 上の金色で 0.076gr. 中玉の大では 0.086gr. 小で 0.065gr. 金色で 0.071gr. であつた。使用した原核の平均重量は 0.045gr. であり，これからみると 0.03～0.02gr. 程度の真珠が巻かれたことになるが，Table. 7 でも明かなように，金色系は非常に少なく，他はいずれもピンク系のもので，下玉が多かつた。これは通常トンカリ玉といわれているものと，巻の薄いものとを含めたものである。トンガリ玉が非常に多くできた原因については明かにし得なかつたが，通常，ピースを切るメスが悪いということに起因するといわれているので，そのためではないかとも考えている。真珠の巻きについて，日本真珠研究所長松井博士の鑑定をわずらわした結果，三重県のものの 1/2 程度ではなかろうかとのことであつた。この試験は養殖期間は約10カ月であるが，冬期間の低水温による冬眠を考慮すると，約5カ月間は真珠質分泌が休止するか，きわめて少ないと考えられるので，実際に真珠分泌がおこなわれたのは約5カ月間ということになる。試験ムキの結果からみると，'51年10月23日には 0.577gr.（以下各10粒の平均重量），11月19日には 0.580gr. '52年4月1日には 0.584gr. であつたことから考えて，冬期間の真珠質の分泌はないものと考えてよいと思う。

この点，七尾湾においては冬期間に真珠質の分泌を続けさせるに避寒する場所がないために，真珠養殖には決して有利でないと思う。

しかし，真珠質の分泌量が少ないために，キメのこまかい良質の真珠が生産できるということ，金

* 技術者は，山口正男氏の斡旋により，和歌山県白浜より招いた。

色系が少なく，* ピンク系が多くでるということは有利な点として挙げられるであろう。

真珠の養殖に直接的ではないが，附着生物が少なく，貝掃除も簡単であり，養殖籠の入替えも，三重県の場合の 1/2 程度の作業量で済む点も有利であろう。しかしながら，真珠質の分泌期間が年間を通じて少なく，冬期の休止期間が長いということは決定的な欠点といえると思う。

## 〔V〕 資　源　管　理

石川県におけるアコヤ貝資源は，1951年以前には漁民もさほどの関心を持つてはいなかつたようである。県としては，漁業調整規則中に単なる殻長制限をおこなうようにされていただけで，地元漁民は母貝を採取して剝き身にして食用に供していた程度であつて，濫獲ということは全然考えられなかつた。1951年春から前述のような真珠貝ブームが出現するに及んで，他府県へ多量の流出がおこなわれるという事態になり，無制限の採捕がおこなわれて資源の枯渇の心配が出たわけである。

この無制限の採捕が続くならば，資源の枯渇は必定のことと考え，また当初において筆者らの理想としていた七尾湾の真珠貝資源の有効利用という研究に，支障を来たすという見解で，1951年 7 月に，南部海区漁業調整委員会に対して，アコヤ貝資源維持のために調整規則の改正を要望した。これはすぐとりあげられて連合海区委員会にかけられ，アコヤ貝の採捕を，11月を除くのほかは全面的に禁止するというように改正された。これは，夏季天然に附着した稚貝の採集，輸送などに適当な季節であるという理由によつた。これについては，人為的に採苗したり，養成しているものは別に制限しないようにしてこの事業の発展を考慮した。しかし，これの施行がおくれたため他県流出が続いたので1951年11月に，県外移出を許可制にして制限をくわえるよう県当局に要望したが，これはとりあげられなかつた。

七尾湾においては，アコヤ貝は共同漁業権内に含まれているために自由採捕ができるのであるが，これを自主的に管理させるために，関係地元の各部ごとに生産組合（申合せ組合，共同出資）を組織し，地元漁場の自主的な採捕制度，採苗，養成に当らせるよう漁業協同組合と共同して指導し，翌春までにはほぼこのような態勢がととのえられた。

そして，1952年には大量の採苗施設がおこなわれ，採苗成績は相当挙つたのであるが，需要情況の変化で，前年には貫当り 3,000円していた稚貝が 200～300 円にまで暴落し，まつたくの皮算用におわり，当然の結果として，生産組合は解体に近い状態に陥いつた。しかし，それらの稚貝はほとんど翌年の春までには移出されたようである。このような事情で，真珠貝ブームの常軌を逸した価格がわざわいして，その後の健全な事業の発展がみられなかつた。

現在でも毎年数千貫の 2, 3 年貝が他県に移出され，またわずかながらも採苗もおこなわれて好成績を収めている。

## 〔VI〕 総　　括

日本海北部産のアコヤ貝に関する研究は，現在までほとんどなかつた。筆者らは七尾湾のアコヤ貝資源を有効に利用する方途について，主として1951年から1953年まで調査研究をおこなつてきたので

---

* 一般に，内湾性の処ではピンク系が多く，外洋性の処では金色系が多く出来るといわれている。また，母貝の老若なども関係してくると思われるので，これらの点は今後の研究に待ちたい。

あるが，種々の事情で不充分な調査しかできなかつた　また，当初の目的も完遂できなかつたのであるが，七尾湾のアコヤ貝の利用について若干の知見を得たので，ここに報告したわけである。

その要点を述べると

1）日本海におけるアコヤ貝の，天然分布の北限地は佐渡であり，産業価値の点からみればし尾湾が最北地である。

2）七尾湾におけるアコヤ貝の産卵期は6～8月であり，附着盛期は8月中旬である。しかし，これは天候その他の条件で多少の変化はある。

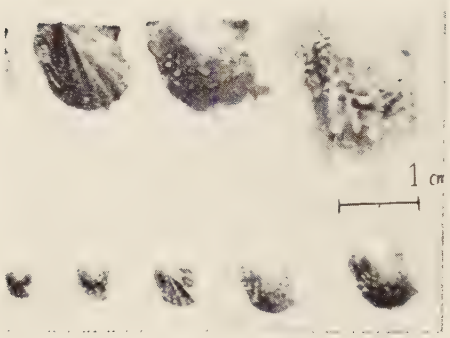
3）七尾湾における採苗は，カキ殻の附着器で好成績をあげることができる　1連よく300匁の採苗が可能である。

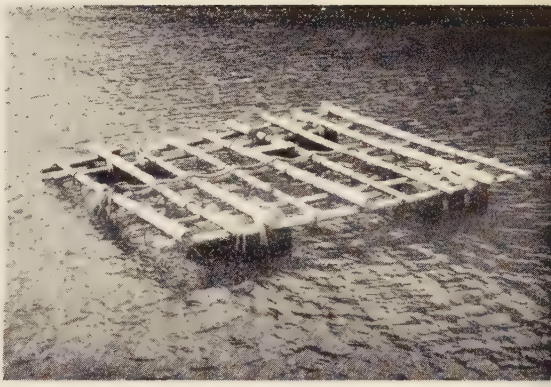
4）アコヤ貝の輸送は，50時間以内であれば春，夏，秋でもあまり危険がないことが明かになつた。また，冬期低水温による斃死は，水温8°C以下の場合には注意を要する。

5）七尾湾における真珠養殖は可能であるが，技術的な面の研究をして多くの欠点を克服しなければさほど有利ではない。

6）漁業調整規則の改正に努力し，資源の枯渇防止につとめた

本稿を終るにあたり，この研究を遂行できるよう日本海区水産研究所長内橋潔博士，同資源部長加藤源治技官，秋田県水産試験場山口正男技師，日本真珠研究所長松井佳一博士，日本パールKK磯和楠吉氏には種々御指導を賜り，また，穴水湾漁業協同組合吉村林造専務，松村年松，日本海区水産研究所七尾丸，第2旭丸，永田俊一技官，堀井政信（元技官）には多大の御援助を与えられた。ここに記して感謝の意を表するものである。



**Reference fig.**

# オキナコモンフグ（*Sphaeroides abbotti*）及びメイタガレイ（*Pleuronichthys cornutus*）の趨光性について

内橋　潔・井伊　明

# On the phototaxis of the "Okinakomonfugu" (*Sphaeroides abbotti*) and "Meitagarei" (*Pleuronichthys cornutus*)

Kiyoshi Uchihashi and Akira Ii

Examining the relation between the form of the brain and behavior of the fishes, we made an observation, concerning *Sheroides abbotti* J. et S. and *Pleuronichthys cornutus* T. et S., that these two kinds of fishes were showing optic lobes, generally seen in those fishes that have phototaxis.

We observed the action for the white light of these fishes in the pool, twice on the 27th and 28th of July in 1952, from 8 p.m. till 11 p.m., and it became clear, as the result of this observation, that both of these fishes have the slight phototaxis.

This pale light was produced by switching on the small bulbs suitable for 8 volt transcurrenting into 3 or 4 volt, and the luminosity of these light was only to brighten the bottom and the circumference of the pool.

オキナコモンフグ，メイタガレイ等には今のところ趨光性を利用するような漁法もないし，水槽中における光に対する反応等全く不明なようである。これ等の種は一般に底着性乃至中層性で水中における行動は緩慢であると見られる。著者の一人内橋は魚脳の形態と生態の関連性を研究中にこれ等の種における Lobus opticus が充分発達していて，他の各脳部なる Corpus striatum, cerebellum, Medulla oblongata に比して最も著大であり，かつ Lobus opticus の側面に多少の Fovea があることを観察したものであるが，このような Lobus opticus の側面に若干の Fovea のある種は筆者の調査した種に関する限りにおいては趨光性をもつているので，オキナコモンフグ，メイタガレイにおいて趨光性をもつであろうことを類推した。そこで井伊は水族室においてこれ等の2種について趨光性があるかどうか又はどの程度の趨光性があるかを調査した。その結果として前記のような形態の Lobus opticus が見られ，かつその側面に Fovea が見られる種には，趨光性のあることを確め得たのでここに報告する。

## 調　査　方　法

**①　実験場所**

兵庫県水産試験場水族生態研究所内水槽

**②　実験設備**

（A）水　　槽

鉄筋コンクリート，3面コンクリート，1面硝子張り。

（B） 集魚用灯火

100cc 容無色ガラス細口瓶にゴム管を通じた栓をなし，管中に導線を通じて水の侵入しない瓶中で点灯するようにした。瓶の内面には白色のエナメルを塗布し，フイラメントの強い光が直接魚眼を刺戟しないようにした。光源には 8 volt 用の豆電球を用い，照度の変更には直接 3 volt 電池に連絡したのと，電鈴用小型変圧器に依る 4, 6, 10 volt との 4 種の照度を用意した。この際の明るさは，照度測定の装置がなかつたので漠然とはしているが夫々下記のごとくであつた。

（C） 灯火の明るさ

前述のような装置での明るさは次の通りである。

3 volt—瓶だけが橙色に仄かに光り，水槽の周壁及び底は全く見えない。光源から 20cm 以内に入つた魚の腹部が漸く見られる程度。

4 volt—瓶は黄色を呈し動いている魚や水底と周壁がぼんやり見える。

6 volt—瓶は明るくなり，水槽内部がかなりはつきり見え，岩の間や底に定着している魚が見られる。

10volt—瓶は白色に光り水槽内が判然と見られる。

以上 4 通りの明るさにおける魚の反応を観察することにした。

## 実　験　結　果

（A） オキナコモンフグ

1952年 6 月27日午後 8 時30分～11時の間で実験水槽にはオキナコモンフグ 4 尾（体長18～22 cm）カサゴ 5 尾，アワビ，カキ等若干収容した水槽で，いずれも 2 カ月以上飼育し，健康状態，摂餌状況等異常なく，実験魚は夫々（a），（b），（c），（d）と名付けた。

1. 3 volt の場合

点灯後10秒間を経過してa，30秒後にはb・cが灯に近寄り，cは直ちに遠ざかる。約 3 分間で観察を打切るまでa，bは灯火の周囲約 20cm の範囲を離れず，又dはこの視野内に全く姿を見ることができなかつた。（この明るさでは灯火から 20～30cm の距離内に入らないと魚を見ることができない。

2. 4 volt の場合

前回と約20分の間隔を置いて（この間は暗黒にした）点灯すると直ちにaが泳ぎより，10秒後以内にb，cが相次いで近接した。その後 3 分間の点灯中aは灯火に接近し，時々これを啄く動作をした。又b及びcも約 30cm の範囲から出なかつた。dはこの間断えず槽内を泳ぎ廻つていたが火光に向つて近寄るような行動をしなかつた。

3. 6 volt の場合

前回と約30分間の間隔を置いた。点灯後の魚の行動は前回とほとんど同じで，aが最も早く反応を示し，b，cも趨光性が認められたが，dはやはり全然反応が認められなかつた。

4. 10 volt の場合

前回と同様30分の間隔を置いた。点灯の瞬間は 4 尾とも灯火から70～100cmの距離にあつたが，aは直ちに火光に向つて泳ぎより，数秒後b，cが続いて接近した。

その後約20秒してbが泳ぎ去り，a，cは火元の側を離れず，dはやはり火元に対する反応を示さなかつた。

5. 断続点滅に対する反応

10秒間に3—4回 6 volt のものを断続点滅したところ3尾共直ちに逃避した

（B） メイタガレイ

1952年6月28日午後8～11時の間で実験水槽にはメイタガレイ8尾（体長17cm内外）のほかにヒラメ2尾，シマウシノシタ1尾，ウマヅラハギ3尾，コシヨウダイ1尾，コチ1尾であつた。飼育期間は 1.5カ月～2カ月間以上で健康，光源の位置は対象が底棲魚であるからオキナコモンフグの場合より位置を下げて，底から10cmの高さに保つた。

1. 3 volt の場合

点灯後1分間に3尾が灯火の下に泳ぎ寄つた。その後約3分の間に残りの5尾のうち4尾が灯の下に集まり，その後引続いて2分間点灯を続けたが，残りの1尾は灯光に接近しなかつた。この程度の明るさでは灯火の下半径約 20cm 範囲の水底が見える程度である）

2. 4 volt の場合

点灯当時1尾は灯火の下にあつたが，その後約3分間に4尾が灯火下附近に集合，その後5分を経過したが変化なく，3尾は集合しなかつた。

3. 6 volt の場合

点灯後約3分の観察に灯火下に泳ぎ寄つたのは1尾のみで，他は行動する様子が見られなかつた。

4. 10 volt の場合

点灯時灯火下にあつたのが1尾，他は40～70cm の範囲内にいたが約5分間の点灯火に泳ぎ寄つたのは1尾のみであつた。

## 総　　括

以上の実験結果からみるとオキナコモンフグ及びメイタガレイはごく弱い明るさの火光に対して趨光性が認められる。メイタガレイの場合には，居所一帯が暗く，他に明るい場所があればそこに移動するが，居所が既に明るい場合は更にそれよりも明るい場所があつても移動するようなことのないのは，本種の趨光性が弱いためと思われる。メイタガレイよりもオキナコモンフグの方が趨光性が若干強い。

## 摘　　要

魚の脳髄の形態と生態との関連性を調査中オキナコモンフグとメイタガレイの2種において，趨光性をもつている魚に一般的に見られるような Lobs opticus を示していることを観察した。この事はこれ等の2種の魚においても弱い趨光性があるのでその性質が脳髄の形に反映したものと類推した。そうして，水槽内においてこれ等の魚の光に対する行動を1952年6月27・28の両日午後8時～11時の間観察した結果，両者共弱い趨光性をもつていることが判明した。この弱い光というのは8volt 用小電球を3 volt，4 volt に変圧点灯したものであるが，これらの光は暗黒時に水槽中の底及び周辺が薄明るく見られる程度で設備の都合上水中照度計は使用出来なかつた。

## 参 考 文 献

内橋　潔　脳髄の形態よりみた日本産硬骨魚類の生態学的研究 1953年 日本海区水産研究所研究報告第2号

# クロダイ *Mylio macrocephalus* (BASILEWSKY) の成長に伴う脳髄の外部形態変化について

内橋　潔・山口正雄

# Changes in external form of brain of *Mylio macrocephalus* (BASILEWSKY) during growth

Kiyoshi UCHIHASHI and Masao YAMAGUCHI

The authors have examined the changes take place in the external form of brain of *Mylio macrocephalus* (BASILEWSKY) during its growth from 20 mm. to 200 mm. in body length.

The results are summarized as follows:

The slope of the line connecting the tops of olfactory lobes with that of cerebellum change from inclining-ahead to horizontal, while the optic lobes descend, the top of which reaches the aforementioned line.

The club-type in brain form in younger stage is replaced later by mallet-type, the order in relative size of various parts of brain changing as shown in Table 1.

Bulbic lobes keep in close contact with olfactory lobes, and the relative bulge of the former to the latter decreases as growth proceeds.

The pattern into which is divided the dorsal surface of olfactory lobe by fissures keeps unchanged, whilst its shape as a whole in dorsal view changes from triangular to rectangular.

Expansion of Tuberculum taeniae is noticed, remarkably in particular in the stage of 200 mm. in body length.

Epiphysis is short as well as small, and Saccus dorsalis is not seen from outside at any stages of growth.

The growth of Infundibulum is not so good as the inferior lobe which swell remarkably with the results that the proportional size of the former to the latter becomes small.

Three divisions are noticed at first on inferior lobe, but, with the advancement of growth, the number of divisions decreases to two, and in the end no division comes to be noticed.

Saccus vasculosus, which is cuneiform, grows large, at the same time its position is shifted as shown in Figure 3.

The remarkable though gradual changes in brain form of this fish is seen to be accomplished in the period from 67 mm. to 200 mm. in body length.

The increase in size of Eminentia granularis concurs with such change of behaviour

of the fish as it is thereafter hardly entangled in a casting net or a set net; further the development of the nocturnal behaviour which is remarkably noticed in the adult fish is perfected about at the stage when olfactory lobes come to take the first place among the various parts of brain.

魚類の脳形がその生態をよく反映していることは，著者の一人内橋（1953）が立証指摘したが，魚体の成長に伴つて，脳形の外部形態が如何に変化してゆくかという問題は，成長に伴つて行動の変化が見られるような魚類では，とくにその脳形の形態変化が，予測されるところである。また脳形が完成される時期の体形などについても検討されるべき問題である。著者等はクロダイ *Mylio macrocephalus*（Basilewsky）の体長20～200mm間の成長に伴う脳形の外部形態の比較解剖を試み，若干の知見を得たので，ここに報告することとした。

本文に入るに先立ち，この種の研究に多大の支援と御便宜を賜わつた秋田県水産試験場長水野金市技師に厚く感謝の意を表するものである。

## 材　　料

解剖に使用した魚体は（1953～1954年の間に秋田県八郎潟で採集したもので，採集標本が少ないためやむを得ず，成長段階を体長20mm平均，35mm平均，49.2mm平均（各供試魚数5尾），67mm平均（3尾），200mm平均（1尾）に分ち，計5段階19尾によつて観察を行つたものであるが，67～200mm間の材料の不足は他日補遺することにして，一先ず前記材料によることにした。

## 所　　見

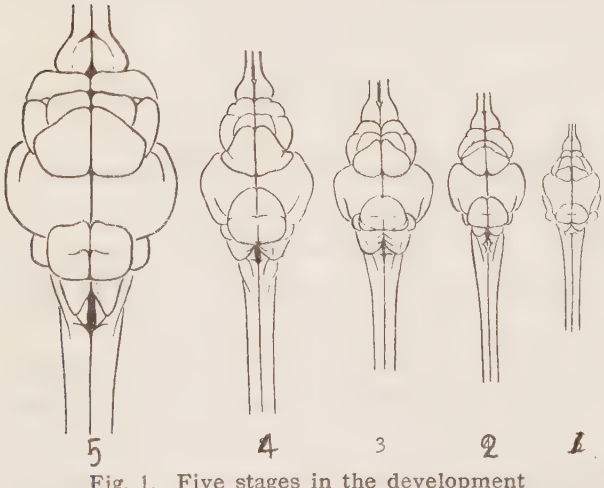



Fig. 1. Five stages in the development of *M. macrocephalus*.

1. Body length　20 mm
2. 〃　35.0 〃
3. 〃　49.2 〃
4. 〃　67.0 〃
5. 〃　200.0 〃

### 1. 脳形の全形

（a）脳長軸に対して Telencephalon の頂上と Corpus cerebelli の頂上とを結ぶ直線は 20mm, 35mmの体長段階では強く前方に傾斜している。しかるに67mm体長では緩傾斜となり，200mmでは前段階と異つて水平となる。これは Lobus olfactrius の異常な発達に原因している。

（b）Lobus opticus の頂上について，Telencephalon の頂上と Corpus cerebelli の頂上とを結ぶ直線に比較する時，20mm では同高或いは稍々高く，35mmでは稍々低位となり，49.2mm ではさらに低位となり，67mmでは一層低くなり，

200mm では著しく低位となる。このことは Lobus opticus の上方に向う発達が，Lobus olfactorius 及び Corpus cerebelli の上方へと向う発達に及ばないことを示している。

（c） 脳形の全形は20～35mm では槌子状というよりもむしろ棍棒状で，49.2～200mm に成長するに従い槌子状化し，稍々側扁する。

（d） 各脳部の大きさの順位は第1表に示す如く，200mm 段階では既に成魚が示すような，各脳部の大きさの順位となる。

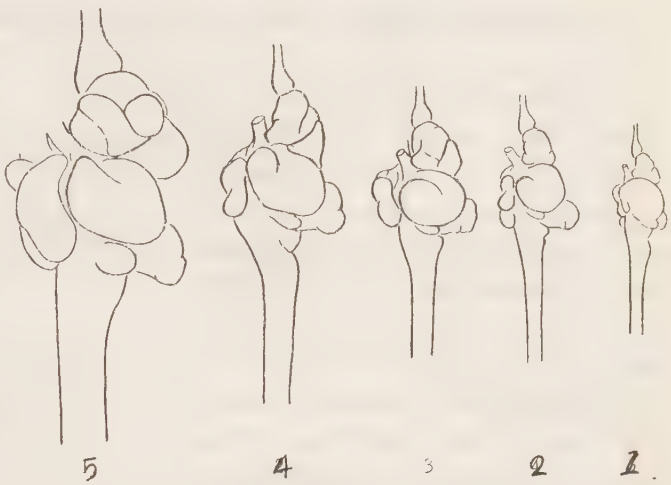



Fig. 2. Five stages in the development of *M. macrocephalus*.

1. Body length 20.0 mm
2. 〃 35.0 〃
3. 〃 49.2 〃
4. 〃 67.0 〃
5. 〃 200.0 〃

| Body length (mm.) | Telencephalon | Infundibulum + Lobus inferior | Lobus opticus | Corpus cerebelli | Medulla oblongata |
|---|---|---|---|---|---|
| 20.0 | 2 | 3 | 1 | 5 | 4 |
| 35.0 | 2 | 3 | 1 | 4 | 5 |
| 49.2 | 2 | 3 | 1 | 4 | 5 |
| 67.0 | 2 | 4～5 | 1 | 4～5 | 3 |
| 200.0 | 1 | 5 | 2 | 4 | 3 |

Table 1. The change grown of order in size on various parts of brain to body length.

2. Telencephalon

（a） Bulbus olfactorius はいずれの体長でも Lobus olfactorius に密着している。成長に伴つて Bulbus olfactorius より Lobus olfactorius の発長が甚しいため Bulbus olfactorius の Lobus olfactorius に対する比は小さくなる傾向が見られる。

（b） Lobus olfactrius は 20mm では，Lobus opticus より倭小であるが，魚体の成長に伴つて漸次膨化し，遂に 200mm では各脳部中の第1位を示すようになる。Lobus olfactorius の背面観も当初の近似三角形から次第に近似矩形状へと移行するのが見られる。しかし，Fissure によるLobus olfactorius の背面上の区分は20mmで見られたままの形態で成長によつて変化しない。またTuberculum taeniaeは成長に伴い次第に膨化するが，200mmにいたつて特に顕著に膨化すする

3. Diencephalon

（a） Epiphysis はいずれの段階に於ても短小である。

（b） Succus dorsalis はいずれの段階に於ても外見上見られない。

（c） Nervous opticus は各段階を通じて中位大で，その断面は楕円形を呈す。

（d） Infundibulum と Lobus inferior は20mm段階では偏平であるが，成長に伴つて膨化肥大の度を増し，200mmでは其発達は甚しいのが注目される。

(e) Infundibulum は20mm では稍々大きいが，30～49.2mmでは中位大，67～200mm では小となる。

(f) Lobus inferior は成長に伴つて，著しく相違する。一般に両葉のなす形は前後に長く左右に短いが，その度合は成長に伴つて小さくなる。また20～35mmでは第3図にみるような3区分が認められるが，49.2～67mmでは2区分が認められる。また200mm ではこの区分はもはや認められなくなり，その膨化肥大度は甚しくなる。

Fig. 3. Outline of Infundibulum, Lobus inferior and Saccus vasculosus.

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Body length | 20 mm |
| 2. | 〃 | 35 〃 |
| 3. | 〃 | 49.2 〃 |
| 4. | 〃 | 67 〃 |
| 5. | 〃 | 200 〃 |

(g) "Postoptische Commissurenplatte" は20～35mmでは判然とみられたが，49.2mmでは稍々小さく認められ，67～200mm では更に小さく認められる。

(h) Saccus vasculosus はいずれの段階に於いても楔状を呈し，成長に伴い大きさを増大しその後端と Lobus inferior の後端との関係も著しい変化が見られる。その変化状態は第3図に示した。

4. Cerebellum

(a) Corpus cerebelli は20mmでは単に直立するのが認められるのみでであるが，35～49.2mmでは Lobus anterior cerebelli の存在が認められ，67～200mm では，更に Lobus posterior cerebelli に相当する膨出が認められる。

(b) Eminentia granularis は20mm からよく認められる，成長に伴つて次第に顕著になり，200 mmでは著大に認められる。

5. Medulla oblongata

(a) Medulla oblongata は20～49.2mm では発達が劣つているが，67～200mm では発達し，各脳部の順位にも見られるように Infundibulum＋Lobus inferior とその大きさの順位の位置を交替する。

(b) Crista cerebelli は幼若期よりよく発長しているが，200mm になると全く橋梁状をなして，膨化膨大してみられる。

## 考　　察

クロダイ Mylio macrocephalus (BASILEWSKY) の成魚体の脳形については，既に内橋(1953)が記載したところであるが，今回の著者等の解剖所見からみると，魚体の成長に伴い脳形の甚しい変化がみられる。ことにその変移は今回の所見結果によると，67mmから200mmの間にある。観察結果からみると Corpus cerebelli は各脳部の大きさの順位に於いては稍々安定しており，余り大きい変動は見られない。どの体長段階に於いても Medulla oblongata は低位の発達であるが，当初下位であつた Medulla oblongata が67mm 以後，上位に移行し，Infundibulum＋Lobus inferior とその順位を交替するのはCrista cerebelli の発達のためである　またLobus opticus と Telencephalon とは67mm までは，その順位に変化はないが，200mm では逆順位となる。この脳形の変化について第1表からみると Medulla oblongata の方が先行しているようであるが，実際は第1図にみられるように，すでにこの Medulla oblongata の低位のみられた67mm に於いて，Telencephalonと

Lobus opticus の転位の移行の型がみられる。即ちTelencephalon と Medulla oblongata の膨化肥大は軌を一にして行われることが看取される。また体成長による Telencephalon の形態の変化をみるとその後縁の後方部への伸長期とその部分の膨出期とに分たれる。またこの Telencephalon の膨化肥大と云う事実は，Telencephalon の頂上と Corpus celebelli の頂上とを結ぶ直線（脳形記載に極めて重な事項と考えられ，呼称の簡便化の為「T-C line」と名付けたい）が成長に伴つて，前傾から次第に傾度を落しながら次第に水平化してくるのと，この直線に対する Lobus opticus の高度が段々と低下する傾向の原因をなしているもので，それは漸進的に変化する過程が示されているそれらの形態が総体的に完成される時期は，67mmから200mmの間とみられるが標本数不足のため，具体的な体長段階は判然としない。

次に最も特異である点は Lobus inferior の形態が魚体の成長に伴つて，変化することである。20mm では3区分が認められるが，69mm では2区分が認められ，200mm では全く区分が認められなくなる。これらの外的特徴が内部構築の形態と如何に関連するかは未調査である。

また Saccus vasculosus の位置，大きさ及びその後端部と Lobus inferior の後端部との長短の変化は成長と共にみられ，形態的に Saccus vasculosus がほぼ完成する時代の本種の棲息深度は15～34ヒロの深所に移る。たま Eminentia granularis は魚体の成長に伴つて著大化する。特に200mm段階では著大化する。この時代の前後に於いては，投網及び定置網の一種である刺網などに入網しがたくなるのは聴覚能の発達によるものと考えられる。

このような脳形の変化によつてその生態面を考察してみると，Telencephalon が第1位となる200mm では，既に純然たる夜行性を示す時代である。従来知られているこの魚の幼若魚の昼夜行性から成魚の夜行性への変移は急に変化するものでなく，以上に述べたような漸進的な脳形変化に伴つて，徐々に変化して行くものとみられる。Lobus opticus が各脳部中第1位を占める時代の幼若期にあつては昼行性も見られ，Telencephalon が首位を占める時代には純然たる夜行性魚となる。

## 摘　　要

1. Telencephalon の頂上と Corpus cerebelli の頂上とを結ぶ直線は成長に伴つて，脳長軸に対して前傾から水平に転ずる。

2. 以上の直線に対し Lobus opticus の頂上は成長に伴い低位する。

3. 脳形の全形は成長に伴い棍棒状から楕子状に移行する。

4. 成長に伴う各脳部位の大きさの順位は第1表の如く，成長の段階に於いて転位する。

5. Bulbus olfactorius は Lobus olfactorius に密着し，成長に伴いそれとの比を減ずる。

6. Lobus olfactorius の背面上の区劃は一定であるが，形は移行する。Tuberculum taeniae は成長に伴い顕著化する。

7. Epiphysis はいずれの成長段階でも短小，Saccus dorsalis はいずれの成長段階でも外見上みられない。

8. Infundibulum は成長に伴つて Lobus inferior に比して小となるに反し，Lobus inferior は膨化肥大する。

9. Lobus inferior は当初3部が区分されるが成長に伴い2区分となり，さらに区分がみられなくなる

10. Saccus vasculosus は楔形であるが，成長に伴つて，れの位置を変じ且つ大となる。この変化は棲息深度の変化とほぼ軌を一にしている。

11. 脳形の著明な漸進的な変化が完了するのは体長が67mm以後200mmの間にある。

12. Eminentia granularis の著大化する時代は投網や定置網などに入網しがたい時代と一致している。

13. 成魚にみられる純然たる夜行性の出現は Telencephalon が各脳部中第1位を占める時期とほぼ一致している。

## 文　　献

内橋潔：(1953) 脳髄の形態より見た日本産硬骨魚類の生態学的研究．日水研研究報告 No. 2

# 石川県地方産メダカの臀鰭軟条数の変異

小川良徳・福井時次郎*

# On the local variation in the number of the anal fin rays of Japanese killifish, *Oryzias latipes* in Ishikawa prefecture

Yoshinori OGAWA and Tokijiro FUKUI

The authors made researches on the local variation in the number of the anal fin rays by examining 9,092 wild specimens of Japanese killifish, *Oryzias latipes*, which had been collected at twenty eight different localities in Ishikawa prefecture.

The results are as follows:

1. The groups inhabitting the open waters can mix with each other, so that the number of their anal fin rays may be averaged, mean values being 17.10 to 17.70.
2. In the narrow isolated waters, there are another groups which have adapted themselves to their ecological environment and have their characteristic means of the anal fin rays.
3. The number of the anal fin rays may have a tendency to increase under the unfavorable environmental conditions, while to decrease under the favorable ones.

江上（'53）は本邦各地から採集した野生メダカ *Oryzias latipes* の臀鰭軟条数（以下単に条数と略記する）の変異について研究した。それによると条数の最大21条，最小15条で，地理的変異が認められ，条数の平均値は地域的に異つた値を示し，湖や河川の流域を一つの単位として特定な変異の巾を示しているが，傾向的な変異はなく，またその地域の生態的環境との間には明瞭な相関関係は認められない。従つて江上は地理的変異の原因は棲息地の生態的環境より，地理的隔離の結果生じた遺伝子構成の差にもとずくものと推論している。さらに江上（'54）は交配実験を行い，軟条数は明瞭に成遺伝の形質であり，polgene system の支配をうけるものと考えており，これらのことから遺伝子構の差が地理的変異の主因であるように思われると述べている。

筆者らはこの条数の地理的変異の現象に興味を感じ，石川県下各地から野生メダカを採集して，その条数の変異について調査を試みた。江上（'53）は全国66地点から総計4,137尾を採集調査しているが，単一地方についての採集地点は比較的少なく，一採集地での採集尾数は最多で275尾，最少5尾で，その殆んどが100尾以下の少数である。メダカのごとく到るところの水面に棲息する種では，生態的環境との関連性を一応考慮して，できるだけ採集地，採集尾数とも多くすることが，地理的変異の相姿を一層明確にできるだろうと考えて，筆者らは石川県下28地点から総計9,092尾を採集して計測に供した。採集地は第1図に示すとおりである。これだけの採集でも決して充分とはいえないが，

* 金沢大学教育学部

ほぼ石川県産メダカの条数変異の概観ができるものと考えるので，調査の結果得られた若干の知見について報告する。

Fig. 1　Map showing stations collected Iapanese kilifish in ISHIKAWA Pref.

## 結果及び考察

結果は第1表に示すとおりである。上の結果から見て条数はいずれの場合においても二項分布に近い変異を示し，条数の最大は21条，最小は15条であることは江上（'53）の結果と同様である。条数平均値についてみるとその最大は(4)の18.44，最小は(2)のの16.67である。この外(5) (6) (1)は比較的大きく，(3) (14)は比較的小さい値を示している。(3)は(2)と同一地点で，前者は10月に，後者は5月にそれぞれ採集したものである。これらの他はいずれも17.10から17.70の範囲内にある。（第2図参照）

すなわち，石川県下産野生メダカの条数平均値は特定の地点を除く外は，ほぼ17.10から17.70の範囲内にあるものとみてよいであろう。

条数平均値の分布についてみると第2図に示すように17.10から17.70の範囲内にその殆んどが分布し，その上下に特定の値をもつものが僅かに分布している。この関係を低い値の(2)と一般的な値の(10)と高い値の(5)を用いて例示すると第3図のようになる。

条数平均値の現れ方をみると全く異る水系でも同様な値を示す場合もあり，同一水系でも異る値を示す場合もある。しかし，水系が異れば平均値の異る場合が多い

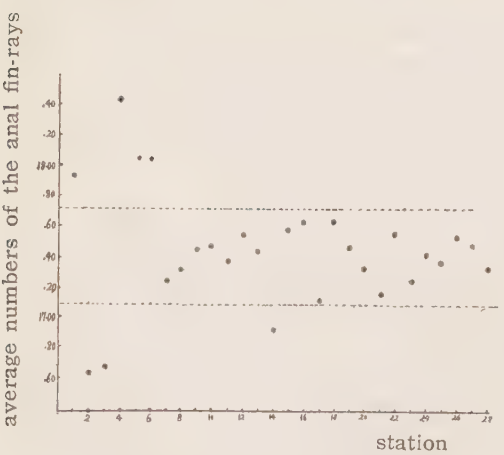



Fig. 2　Distribution of average number in every station of the anal fin-rays

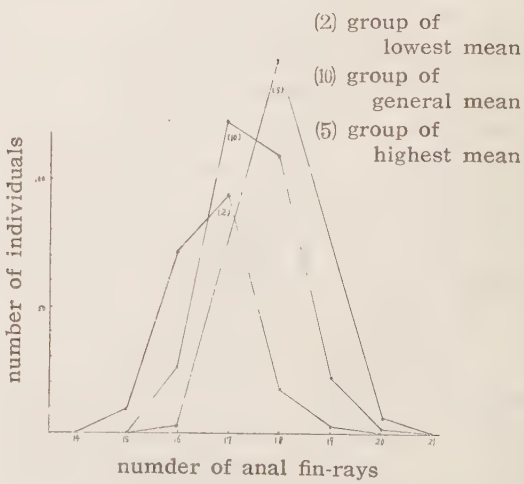



Fig. 3　Variation of the number of the and fin-rays

| 群番号 Station | 採集場所 locality | 臀鰭の軟条数 Number of the anal fin-rays 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 観察個体数 No. of specimens (♀+♂) | 軟条数平均値と標準偏差 mean and standard diviation | ♀ $\bar{x}\pm D$ | ♂ $\bar{x}\pm D$ | 採集日 Date | 備考 remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No. (1) | 若山川 | 0 | 0 | 5 | 25 | 65 | 20 | 3 | 0 | 0 | 65+53=118 | 17.92±0.80 | 17.94±0.81 | 17.89±0.82 | 1954. 9 | 水田の溝 |
| (2) | 八ヶ川A | 0 | 9 | 71 | 95 | 18 | 3 | 0 | 0 | 0 | 136+60=196 | 16.67±0.76 | 16.58±0.71 | 16.87±0.84 | 〃 6 | 廃川でできた池 |
| (3) | 八ヶ川B | 0 | 13 | 110 | 181 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 168+169=337 | 16.69±0.70 | 16.68±0.70 | 16.70±0.69 | 〃 10 | 〃 |
| (4) | 仁岸川A | 0 | 0 | 3 | 27 | 58 | 47 | 18 | 7 | 0 | 59+101=160 | 18.44±1.09 | 17.97±.097 | 18.72±1.05 | 〃 9 | 山間の溜池 |
| (5) | 仁岸川B | 0 | 0 | 1 | 58 | 144 | 67 | 6 | 0 | 0 | 144+132=276 | 18.07±0.74 | 18.07±0.73 | 18.07±0.75 | 〃 10 | 〃 |
| (6) | 能登島 | 0 | 0 | 0 | 74 | 201 | 90 | 2 | 0 | 0 | 190+177=367 | 18.05±0.68 | 18.05±0.68 | 18.06±0.68 | 〃 11 | 海辺の沼池 |
| (7) | 二宮川 | 0 | 0 | 26 | 97 | 55 | 9 | 0 | 0 | 0 | 92+95=187 | 17.25±0.74 | 17.15±0.65 | 17.35±0.83 | 〃 10 | 水田の溝 |
| (8) | 和倉町A | 0 | 3 | 35 | 151 | 100 | 20 | 1 | 0 | 0 | 157+153=310 | 17.32±0.80 | 17.33±0.81 | 17.33±0.81 | 1953. 11 | 〃 |
| (9) | 和倉町B | 0 | 1 | 27 | 198 | 161 | 32 | 1 | 0 | 0 | 215+205=420 | 17.45±0.76 | 17.44±0.72 | 17.51±0.74 | 〃 11 | 〃 |
| (10) | 和倉町C | 0 | 0 | 26 | 123 | 110 | 22 | 1 | 0 | 0 | 131+151=282 | 17.46±0.79 | 17.42±0.52 | 17.46±0.84 | 〃 12 | 〃 |
| (11) | 石崎町A | 0 | 0 | 19 | 95 | 75 | 19 | 0 | 0 | 0 | 86+112=198 | 17.38±0.85 | 17.37±0.80 | 17.57±0.58 | 〃 12 | 〃 |
| (12) | 石崎町B | 0 | 1 | 19 | 87 | 104 | 14 | 4 | 0 | 0 | 123+106=229 | 17.53±0.82 | 17.54±0.94 | 17.52±0.73 | 〃 11 | 〃 |
| (13) | 祖浜町 | 0 | 3 | 32 | 192 | 142 | 33 | 1 | 0 | 0 | 196+208=404 | 17.43±0.79 | 17.36±0.72 | 17.38±0.77 | 〃 12 | 〃 |
| (14) | 米町川 | 0 | 1 | 138 | 273 | 88 | 6 | 0 | 0 | 0 | 252+254=506 | 16.92±0.70 | 16.89±0.71 | 16.95±0.69 | 1954. 10 | 〃 |
| (15) | 邑知潟 | 0 | 1 | 9 | 37 | 42 | 12 | 2 | 0 | 0 | 54+49=103 | 17.59±0.91 | 17.67±0.91 | 17.51±0.91 | 〃 6 | 湖辺の入江 |
| (16) | 子浦川 | 0 | 0 | 14 | 53 | 51 | 28 | 4 | 0 | 0 | 73+67=140 | 17.61±0.96 | 17.63±.093 | 17.58±0.93 | 〃 8 | 水田の溝 |
| (17) | 大海川 | 0 | 2 | 79 | 224 | 101 | 11 | 2 | 0 | 0 | 206+213=419 | 17.11±0.76 | 17.09±0.78 | 17.13±0.75 | 〃 9 | 〃 |
| (18) | 能瀬川 | 0 | 1 | 12 | 97 | 83 | 29 | 3 | 1 | 0 | 120+106=226 | 17.62±0.87 | 17.69±0.90 | 17.54±0.83 | 〃 9 | 〃 |
| (19) | 森本川A | 0 | 2 | 98 | 346 | 302 | 82 | 6 | 0 | 0 | 469+375=844 | 17.47±0.85 | 17.49±0.85 | 17.44±0.86 | 〃 11 | 〃 |
| (20) | 森本川B | 0 | 0 | 9 | 65 | 34 | 6 | 0 | 0 | 0 | 60+54=114 | 17.32±0.69 | 17.35±0.73 | 17.30±0.66 | 〃 9 | 〃 |
| (21) | 大野川 | 0 | 6 | 43 | 126 | 72 | 11 | 1 | 0 | 0 | 141+118=259 | 17.16±0.85 | 17.23±0.87 | 17.08±0.81 | 〃 11 | 〃 |
| (22) | 浅野川 | 0 | 3 | 50 | 230 | 240 | 60 | 5 | 0 | 0 | 299+289=588 | 17.54±0.84 | 17.54±0.84 | 17.55±0.84 | 〃 11 | 〃 |
| (23) | 犀川 | 0 | 5 | 80 | 217 | 141 | 31 | 1 | 0 | 0 | 244+231=475 | 17.24±0.85 | 17.24±0.83 | 17.25±0.88 | 〃 8 | 〃 |
| (24) | 手取川 | 0 | 8 | 42 | 165 | 138 | 37 | 1 | 0 | 0 | 182+210=392 | 17.41±0.89 | 17.31±0.87 | 17.49±0.89 | 〃 8 | 〃 |
| (25) | 梯川 | 0 | 4 | 33 | 68 | 76 | 17 | 1 | 0 | 0 | 100+99=199 | 17.36±0.94 | 17.44±0.95 | 17.28±0.92 | 〃 8 | 〃 |
| (26) | 柴山潟 | 0 | 2 | 60 | 179 | 199 | 54 | 9 | 0 | 0 | 269−234=503 | 17.54±0.91 | 17.54±0.94 | 17.54±0.88 | 〃 10 | 湖辺の入江 |
| (27) | 動橋川 | 0 | 2 | 53 | 218 | 181 | 44 | 11 | 0 | 0 | 255+254=509 | 17.48±0.89 | 17.47±0.87 | 17.49±0.89 | 〃 10 | 水田の溝 |
| (28) | 大聖寺川 | 0 | 5 | 41 | 148 | 117 | 19 | 1 | 0 | 0 | 167+164=331 | 17.32±0.83 | 17.29±0.77 | 17.35±0.89 | 〃 5 | 〃 |

Table 1 Frequency distribution of the number of the anal fin-rays

ここで特定な値を示す(4) (5) 及び (6) の採集地についてみると (4) 及び (5) は山間の溜地であり，(6) は能登島の入江に接した沼地である。これらの場所は他の水系とは全く交流がなく，狭い単一な水域であり，ここに棲息するメダカ群は他の群との交連は全く考えられず，ここでは条数平均値は大きな値を示している。(2)及び(3)は八ケ川の改修により廃川となつた部分の溜池であり，ここも他とは全く交流のない場所であり，ここでは条数平均値は小さな値を示している。

一般的な平均値 17.10から 17.70を示す採集地の条件についてみると，それぞれの水系は地理的に隔離しているが，棲息水域が比較的広く，同一水域内にいくつかの群が存在し，これらが互に交流できると考えられる開放的水域から採集したものである。

このような開放的水域の場合いくつかの群が互に交流することによつて条数は平均化されるので，著るしく高い或いは低い値を示すような事はないものと考えられる。

ごく限定された狭い水域に封鎖された群は他と全く隔離されており，単一群内での交配しか行われないので，その変異が他のものと混らないで変異が重なつてゆくことにより特定の値を持つ群がつくられるものと考えられるのである。

狭小な封鎖水域に棲息する群でも場所によつて条数が少なくなるものと多くなるものとがある。この現象はいかなる理由によるものであろうか。前述したように条数平均値の大きい(4) (5) (6)は山間の溜池や海浜の沼地で一般に貧栄養的な生育条件の悪い水域であり，条数平均値の小さい (2) (3) は廃川の溜池で富栄養的な生育条件のよい水域と考えられないだろうか。生態的環境条件の詳細を調査してないので確かなことはいえないが，もしそのような一般的な見方が誤りでなければ，Hubbs ('40) の見解からして条数の増減は発生条件の良否によつて規定されるとしてよいだろう。

小川 ('55) は先に能登和倉附近から 11 月に採集したメダカを体長 20 mm 以下とそれ以上のものに分けて条数を計測した結果体長 20mm 以下のものについて条数平均値 18.14という値と，20mm 以上のもので条数平均値 17.42という値を得ている。体長 20mm 以下のものが他のものより大きな値を示すということは，他のものに比較して発生時期または生育の環境が悪いためではなかろうかと推測している。これは群内のごく一部分の変異であり，体長別にみなければ明かにならない程度のものであるが，この場合は群全体として条数の減少または増大を示している点が異るが，根本的には同じ問題であろう。これらのことから考えて条数の増減は生態的環境に対応して regulate される (徳田 '53) ということができよう。

## 要　　約

a　石川県下産野生メダカの臀鰭軟条数の変異について調査した。

b　互に交流できる開放的な水域に棲息する群の条数の変異は平均化されて，平均値は 17.10から 17.70の間にある。

c　ごく狭い封鎖的環境に棲息する群は生態的環境に対応して特定な条数平均値を示す。

環境条件の悪いと考えられる場合には条数は増大し，又それはよいと思われる場合には減少の傾向があるようである。

終りにあたり種々御教示を賜つた京都大学理学部徳田御稔博士，同理学部柳島静江並びに標本の蒐集及び整理に御援助下された金沢大学教育学部学生中谷京子の各位に対し衷心よりお礼申上げる。

## 文　　献

江上信雄 1953：魚雑，iii, pp.33—35, 87—89.
江上信雄 1954：魚雑，iii, pp.171—178.
徳田御稔 1953：生物の変異性，pp.14—23.
小川良徳 1955：採集と飼育xvii, pp.274—277.

# ハゼ科魚類の脳形について

小川良徳

## On the brain pattern of gobiidae fishes

Yoshinori OGAWA

The author studied the brain pattern of Gobiidae fishes, belonging to 7 genera 16 species, and according to my observation, their characteristics are summerized as follows;

1. The Telencephalon is well developed but the Bulbus olfactorius is very small.
2. The Diencephalon is moderate developed, the Lobus inferior more larger than Infundibulum, and Saccus vasculosus is relatively little in size.
3. The Lobus opticus is morderate developed but it has not "Lateralen Einschnurung" and Fovea on the surface.
4. The Corpus cerebelli is small and it is classified with three types, that is, they are "Flat type" "Backward extention type" and "Clavate type".
5. The most of the Valvula cerebelli is ommipresence type.
6. The Medulla oblongata is swelling in the bank form, but the Lobus facialis and Lobus vagi on it are indistinct.
7. No species were nocturnal fishes in Gobiidae family, yet adult fishes had no phottaxises against white lamp.
8. Classifing with the degree of developed various parts of the brain, every brain pattern of Gobiidae fishes belongs to a school of fish having grown in order of Mesncephalon Medulla oblongata Telencephalon.

アカハゼ *Chaeturichthys hexanema*, ムツゴロウ *Boleophthalmus pectinirostris*, ワラスボ *Taenioides rubicundus* (内橋'53), ウキゴリ *Chaenogobius macrognathos* (佐藤'49) 等において脳髄の形態に関する報告が見られる。

本篇においてはハゼ科魚類中7属16種の脳髄形態の観察を行つた。その結果ハゼ科魚類の脳形について，若干の知見を得たので，ここに報告する。

本文に入るに当り，懇切に御指導，御校閲の労を賜わつた日本海区水産研究所長内橋潔博士に対し衷心より感謝の意を表する。また標本の蒐集について，御援助を得た淡水区水産研究所上田支所中村

一雄技官，北大水産学部上野達治，日本海区水産研究所伊藤勝千代両技官並びに中江昭氏に対し深謝する。

## 材料及び研究方法

ここに取扱つた標本は新鮮な成魚体を10%の中性ホルマリンで固定し，その脳髄を摘出して観察に供した。

観察に供した種類は7属16種（Table 1），これらは邦産普通種の一部で，淡水，半鹹水及び鹹水に棲息する。標本の採集地は主として能登和倉（石川県）及び但馬香住（兵庫県）附近の海岸又は小河川である。

脳形の観察に当つては，特に成魚のみについて行つた。他科の魚種でもそうであるが，ドロメなどでは，成長段階によつて脳形が相当大幅の変化を遂げるので，この点については，充分な注意を払つた。

各種についての脳形観察は終脳（Telencephalon），間脳（Diencephalon），中脳（Mesencephalon）小脳（Cerebellum）延髄（Medulla oblongata）の各脳部の形態と各脳部発達の相関性について行い，内橋（'53）の脳髄の形態と生態の相関，及び内橋（'54）の脳形態と機能に関する研究を基にして帰納的にハゼ科魚類の生態について若干の考察を試みた。

| No. | Species | Jap. name | Bihaviour | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | S. | B. | F. |
| 1 | *Leucopsaron petersi* | Shirouwo | | ● | ● |
| 2 | *Lubricogobius exiguus* | Kigikuhaze | ● | | |
| 3 | *Gobius gymnauchen* | Himehaze | ● | ● | |
| 4 | *G. giurinus* | Gokurakuhaze | | | ● |
| 5 | *G. similis* | Yoshinobori | | | ● |
| 6 | *G. abei* | Abehaze | ● | ● | |
| 7 | *Acanthogobius flavimanus* | Mahaze | ● | ● | |
| 8 | *A. lactipes* | Ashishirohaze | ● | ● | |
| 9 | *Chaenogobius castanea* | Biringo | | ● | ● |
| 10 | *C. urotaenia* | Ukigori | | ● | ● |
| 11 | *C. isaza* | Isaza | | ● | ● |
| 12 | *C. heptacanthus* | Nikuhaze | | ● | ● |
| 13 | *Chasmichthys dolichognathus dolichognathus* | Agohaze | ● | | |
| 14 | *C. dolichognathus gulosus* | Dorome | ● | | |
| 15 | *Tridentiger obscurus undicervicus* | Chichibu | | ● | ● |
| 16 | *T. trigonocephalus* | Shimahaze | ● | ● | |

S.……Sea Water, B.……Brackish Water, F……Fresh Water.

Table 1.

## 脳髄の形態

### 1. 頭蓋腔と脳髄

脳髄を取りまく脂肪様の物質（fatty tissue）の多少について内橋（'53, '54）は脂肪様物質の増加と棲息深度は正の相関傾向にあり，且つ，脂肪様物質の増加は，脳髄の中脳及び小脳の未発達を示すものと述べているが，筆者の観察したハゼ科魚類16種では鹹水産ドロメ，アゴハゼには前記 fatty tissue が割合多く，他の種ではいずれも極めて少なかつた。これらの種は主として半鹹水から淡水に棲息する種であるが総じてハゼ科魚は沿岸底層或は河川などの比較的浅所の底層に棲息するもので，調査した大部分の種の脳髄は頭蓋腔中に充満して，脂肪様物質は少ない。

## 2. 脳髄の概形

ハゼ科魚類の脳髄の形態を概観すると縦扁形の楕子状を示している。しかし種によつて若干の差異がある。

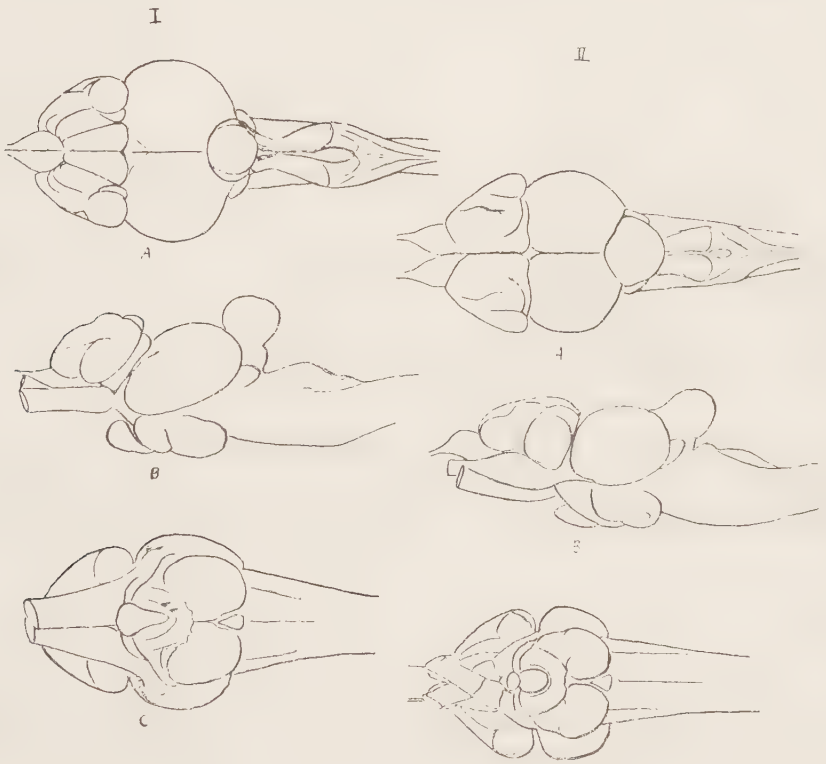



Fig. 1 I. *Acanthogobius flavimanus* II. *Chaenogobius heptacanthus* A, dorsal view of brain, B, lateral view of brain, C, ventral view of brain.

## 3. 各脳部の形態

脳髄各部の形態は Table 2 で示す如く視葉（Lobus opticus）は各脳部中最も大きく，これに次いで終脳（Telencephalon）及び延髄（Medulla oblongata）が大きい。しかし，小脳冠（Corpus cerebelli）が極めて倭小である。（Table 2 参照）

内橋（'54）の類別群に照合すると中脳延髄終脳発達群の範囲に適合するものと考えられる。

このような脳形的特徴の種は共通して行動は敏捷でなく，磯付棲か底着棲で，表層棲の種は含んでいないことが特徴であり，又これらの種の食性は食プランクトン性又は食底棲生物性であると内橋（'53）は述べているが，ハゼ科魚の16種もすべて磯付か又は底棲で，食性は底棲生物を主餌料としている。又夜行性を有するものは認められない。

| Species | Jap. name | Telencephalon | Infundibulum + Lobus inferior | Lobus opticus | Corpus cerebelli | Medulla oblongata |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Leucopsaron petersi* | Shirouwo | 2～3 | 4 | 1 | 5 | 2～3 |
| *Lubricogobius exiguus* | Kigikuhaze | 2～3 | 4 | 1 | 5 | 2～3 |
| *Gobius gymnauchen* | Himehaze | 2～3 | 4 | 1 | 5 | 2～3 |
| *G. giurinus* | Gokurakuhaze | 2～3 | 4 | 1 | 5 | 2～3 |
| *G. similis* | Yoshinobori | 2～3 | 4 | 1 | 5 | 2～3 |
| *G. abei* | Abehaze | 2 | 4 | 1 | 5 | 3 |
| *Acanthogobius flavimanus* | Mahaze | 2 | 4 | 1 | 5 | 3 |
| *A. lactipes* | Ashishirohaze | 3 | 4 | 1 | 5 | 2 |
| *Chaenogobius castanea* | Biringo | 2～3 | 4 | 1 | 5 | 2～3 |
| *C. urotaenia* | Ukigori | 1～2 | 4 | 1～2 | 5 | 3 |
| *C. isaza* | Isaza | 1 | 4 | 2 | 5 | 3 |
| *C. heptacanthus* | Nikuhaze | 2～3 | 4 | 1 | 5 | 2～3 |
| *Chasmichthys dolichognathus dolichognathus* | Agohaze | 1～2 | 4 | 3 | 5 | 1～2 |
| *C. dolichognathus gulosus* | Dorome | 1 | 4 | 2 | 5 | 3 |
| *Tridentiger obscurus undicervicus* | Chichibu | 1～2 | 4 | 1～2 | 5 | 3 |
| *T. trigonocephalus* | Shimahaze | 2 | 4 | 1 | 5 | 3 |

Table 2　Interrelation of various parts of brain

ハゼ科魚類に共通して終脳が著大で，その両葉の背面観はほぼ三角形で，充分肥大していることは，この科の特徴とみることができる。なおまた終脳が著大なことについては，系統発生的な意義と一方機能と関連した形態的意義とが考えられるので，以下各脳髄の発達程度の検討と共に記述する。

## 終　　脳

Bulbus olfactorius は徳利状で小さく，Nervus olfactorius は繊弱，Lobus olfactorius はよく肥大膨化している。Lobus olfactorius は Telencephalon の大部分を占め，その形状は種によつて若干異るが，背面は前後に通ずる浅い割目によつて，左右両半球に分れ，後側部が概して左右に膨化し，各半球とも三角形に近似した形を示し，これを類別すると次のようになる。(Table 3, Fig 2)

(a)　各半球は表在性の割目によつて二分する。……シロウオ，ビリンゴ，ニクハゼ。

(b)　各半球は表在性の割目によつて三分する。……キギクハゼ，ヒメハゼ，ヨシノボリ，アベハゼ　アシシロハゼ，ウキゴリ，イサザ，ドロメ，シマハゼ。

(c)　各半球は表在性の割目によつて四分する。……ゴクラクハゼ，マハゼ，アゴハゼ，チチブ。

以上のように類別すると二分から四分するものまである。これを単純なものから順次並べてみると Fig 2 に示すごとくである。

これでみると，極く単純で，各半球には線条と小突起のないものから縦に線条が2乃至数個現われるものまである。最も複雑なものは Fig 2 のDに示すゴクラクハゼ，ヨシボリ，マハゼの如くなる。これは Lobus olfactorius の形態に於て方向性が認められる。

| Species | Jap. name | Fovea endorhinalis | Sulcus ypsiliformis | Tuberculum taeniae | Total number of marked plus (+) |
|---|---|---|---|---|---|
| *Leucopsaron petersi* | Shirouwo | + | — | | 2 |
| *Lubricogobius exiguus* | Kigikuhaze | ++ | — | | 3 |
| *Gobius gymnauchen* | Himehaze | ++ | ++ | + | 5 |
| *G. giurinus* | Gokurakuhaze | ++ | ++ | ++ | 6 |
| *G. similis* | Yoshinobori | ++ | + | + | 4 |
| *G. abei* | Abehaze | + | — | + | 2 |
| *Acanthogobius flavimanus* | Mahaze | +++ | +++ | ++ | 8 |
| *A. lactipes* | Ashishirohaze | + | — | ++ | 3 |
| *Chaenogobius castanea* | Biringo | ++ | — | | 3 |
| *C. urotaenia* | Ukigori | +++ | +++ | ++ | 8 |
| *C. isaza* | Isaza | ++ | ++ | ++ | 6 |
| *C. heptacanthus* | Nikuhaze | + | — | | 2 |
| *Chasmichthys dolichognathus dolichognathus* | Agohaze | ++ | — | ++ | 4 |
| *Chasmichthys dolichognathus gulosus* | Dorome | + | ++ | + | 5 |
| *Tridentiger obscurus undicervicus* | Chichibu | +++ | ++ | — | 6 |
| *T. trigonocephalue* | Shimahaze | ++ | + | — | 3 |

+ stand for weak, ++ stand tor medium and, +++ stand tor storong degree, respectively.

Table 3 Type of Lulbus olfactorius and status of Fovea endorhinalis, Sulcus ypsiliformis and Tuberculum taeniae.

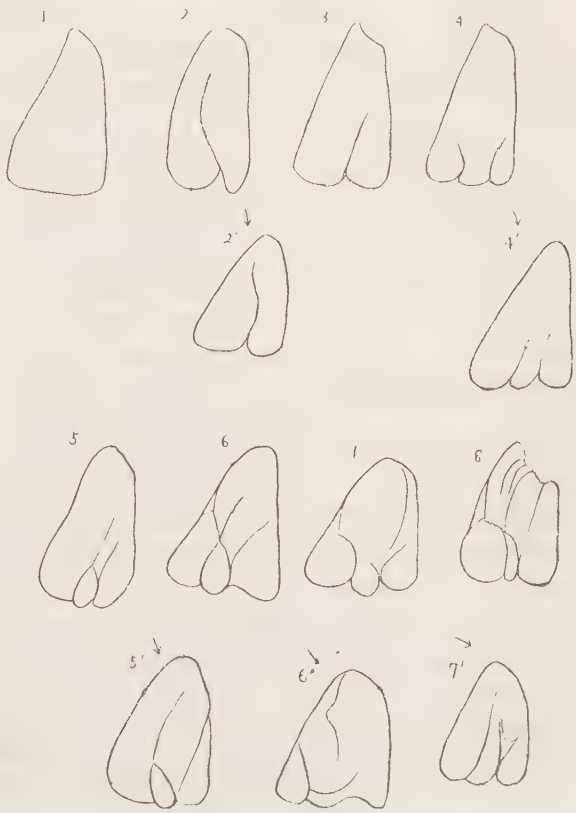



Fig. 2 Various kinds of olfactory lobes in gobiidae fishes.

Table 3 で示すように多分割された種ほど Fissura endorhinalis 及び Sulcus ypisiliformis が発達していることがわかる。また Tuberculum taniae はチチブ，シマハゼには全く認められないが，他はいずれも多少発達している程度で顕著に発達したものは全く認められない。

内橋 ('53) は Bulbus olfactorius の形状は種によつて異るが，生態との間には特に相関性はみられない。しかし，Bulbus olfactorius の大きさが Lobus olfactorius に対する比の大なるものには夜行性があり，小さなものは夜行性がないと述べている。また夜行性のある種は第二次嗅覚中枢のある Lobus olfactorius に於ける Fissura endorhinalis, Sulcus ypisiliformis, Tuberculum teniae が発達する。特に Tuberculum taniae は嗅覚行動と相関すると述べていることからみて，前記ハゼ類には夜行性はなく，また嗅覚もさほど発達しているものとは考えられない。

これらのことから前述したハゼ科魚類における Lobus olfactorius が各脳部に比して一般的によく膨化していることは生態的意義よりも系統発生的な形態的意義の存在することが推測される。

魚類では種における生態上の相異が，魚類より高等な他の動物と比較して，脳形に強く反映している（内橋・拓植 '53）ことが明かにされている。また系統発生的な問題について，内橋 ('54) は次のように述べている。"たとえば嗅脳が全体として大きくともそれは系統発生的な形態が個体に残存しているためで，機能的には最早嗅覚的な行動が減少している種もあるから，もし脳髄の形態と機能の関連性について検討しようとするならばさらに詳細な部分と機能について追求することが必要であることはいうまでもない……"。

## 間　　脳

Epiphysis は一般に繊弱で僅か延長してその先端が膨化し，Lobus olfactorius の背面中程まで達する短小なもののみで長いものは認められない。また Saccus vasculosus の大きさと形状には種によつて相異がみられ，その大きさ及び形状は Table 4 及び Fig 3 に示す通りである。

| Species | Jap. name | Large | Medium | Small | Indicated classification to a type |
|---|---|---|---|---|---|
| *Leucopsaron petersi* | Shirouwo | | ○ | | Sharp pointed wedge type |
| *Lubricogobius exiguus* | Kigikuhaze | | | ○ | Small wedge type |
| *Gobius gymnauchen* | Himehaze | | ○ | | Sharppointed wedge type |
| *G. giurinus* | Gokurakuhaze | | | ○ | Small wedge type |
| *G. similis* | Yoshinobori | | | ○ | 〃 |
| *G. abei* | Abehaze | | | | Cannot be seen |
| *Acanthogobius flavimanus* | Mahaze | | | ○ | Small wedge type |
| *A. lactipes* | Ashishirohaze | | | ○ | 〃 |
| *Chaenogobius castanea* | Biringo | | | ○ | 〃 |
| *C. urotaenia* | Ukigori | | | ○ | 〃 |
| *C. isaza* | Isaza | | | ○ | 〃 |
| *C. heptacanthus* | Nikuhaze | | | ○ | A type like as a grain of rice |
| *Chasmichthys dolichognathus dolichognathus* | Agohaze | | ○ | | Sharppointed wedge type |
| *C. doliachognathus gulosus* | Dorome | | ○ | | 〃 |
| *Tridentiger obscurus undicericus* | Chichibu | | | ○ | Small wedge type |
| *T. trigonocephalus* | Shimahaze | | ○ | | Sharppointed wedge type |

Table 4　Form of Saccus vasculosus

A 1. Abehaze
2. Nikuhaze
3. Biringo
4. Kigikuhaze

B 5. Chichibu
6. Yoshinobori
7. Gokurakuhaze
8. Shimahaze

C 10. Isaza
11. Ukigori
12. Mahaze
13. Agohaze
14. Ashishirohaze
15. Himehaze
16. Shirouwo

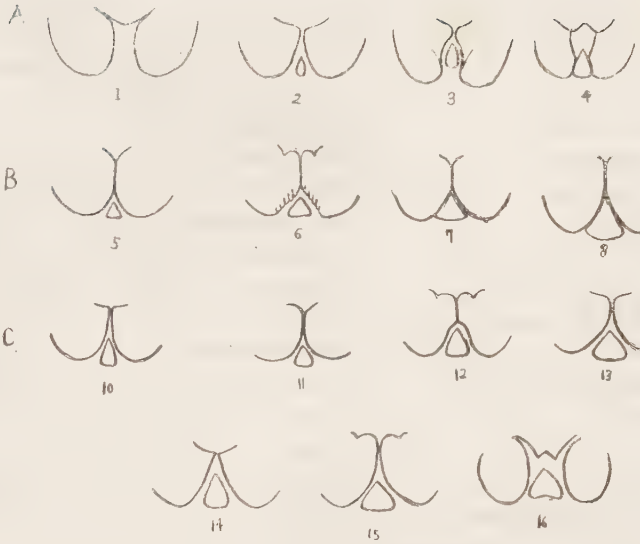



Fig. 3 Various kinds of Succus vasculosus in gobiidae fishes.

Saccus vasculosus の形態が鈍角楔型で中位に発達しているものはシロウオ，ヒメハゼ，アゴハゼ，ドロメ及びシマハゼ等がある。これらの種は主として鹹水及び半鹹水に棲息する種である。

米粒型で極めて小さなもの……ニクハゼ

外見上認められないもの……アベハゼ

上記の種を除く他は，小楔型に属するもので Lobus infeiror に比して極めて小さい。

これらの Saccus vasculosus の位置は Hypophisis の直後部の正中線上にあるビリンゴ以外の種では，両下葉のなす正中線の後端に附着し，両下葉の後端より後方に延長している種はみられない。

Saccus vasculosus の機能は水圧を感知する器官であることは形態と生態よりみて間違ない（内橋 '53）とされている。Dammerman ('10) の研究によると海産魚が最も発達し，淡水魚は不良であるとしている。また内橋 ('53) はこの大きさと形態は棲息深度を標示することが充分可能であると述べている。このことからして，ハゼ科魚類の様に沿岸浅所及び河川等の浅所府層に棲息するものにあつては，比較的小さく，そのうちでも鹹水に棲息するものが淡水産種よりも発達していることも当然なことである。

Infundibulum の先端部が顕著に膨化したものは認められないが，中位に発達している。Lobus inferior はすべて中位以下の発達であるが，これら16種だけに限つて発達の程度を比較すると Table 5 に示す通りである。

Lobus inferior には Fovea nervi oculomotorii はなく，Lobus inferior の腹面内側部に軽度の fissure あるものは，Lobus inferior の比較的発達しているヒメハゼ，ヨシノボリ，マハゼ，ビリンゴ，ウキゴリ，シマハゼ等に見られる。

Lissner によつて "Postoptische Commissurenplatte" と呼ばれた連合板はシロウオ，キギクハゼ，ヒメハゼ，イサザ，ニクハゼ等には外見上みられないが，他の種では多少とも認めることができる。

Chiasma opticum は右上全交叉と左上全交叉の二型がみられる。右上全交叉はキギクハゼ，ヒメハゼ，アベハゼ，マハゼ及びビリンゴ等にみられ，他はすべて左上全交叉である。

| Species | Jap. name | Corpulence degree of Lobus inferior | | | Development of P.Com. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Fleshiness | Medium | Flatness | |
| *Leucopsaron petersi* | Shirouwo | | | ○ | − |
| *Lubricogobius exiguus* | Kigikuhaze | | ○ | | − |
| *Gobius gymnauchen* | Himehaze | ○ | | | − |
| *G. giurinus* | Gokurakuhaze | ○ | | | ○ |
| *G. similis* | Yoshinobori | | ○ | | ○ |
| *G. abei* | Abehaze | | ○ | | ○ |
| *Acanthogobius flavimanus* | Mahaze | ○ | | | ○ |
| *A. lactipes* | Ashishirohaze | | ○ | | ○ |
| *Chaenogobius castanea* | Bringo | | ○ | | ○ |
| *C. urotaenia* | Ukigori | ○ | | | ○ |
| *C. isaza* | Isaza | | | ○ | − |
| *C. heptacanthus* | Nikuhaze | | | ○ | − |
| *Chasmichthys dolichognathus dolichognathus* | Agohaze | | ○ | | ○ |
| *C. dolichognathus gulosus* | Dorome | | ○ | | ○ |
| *Tridentiger obscurus undicervicus* | Chichibu | | ○ | | ○ |
| *T. trigonocephalus* | Shimahaze | ○ | | | ○ |

Table 5　Relations between growth degree of "Postoptische Commissurenplatte" and Lobus inferior.

## 中　　脳

ハゼ科魚類の Lobus opticus の発達程度は Table 1 に示したように比較的よく発達している。形は楕円形か或いは卵形状を呈す。しかし，狭搾部及び陥入部のあるものは全く認められない。

ハゼ科魚類の脳形の類型は前述の如く，嗅脳～延髄～中脳発達群に入られるべきものと考えられるが，このような脳形をもつものの生態について内橋 ('53) は一般的にその索餌行動は嗅味覚的であると述べているが，佐藤 ('49) はウキゴリについて "この魚に就いて水槽内で詳しく観察してみたが，落下しつつある餌を眼で発見するのが普通である" と述べている。筆者がドロメ，シマハゼ及びマハゼ等について釣で観察した処では釣餌は眼で発見するが，摂食は釣餌の味覚の有無によつて相当異るように思えた　また成魚は全く趨光性をもたないものと思われる。ドロメその他の稚魚は趨光性があるが，成長と共に消失する。筆者が6～7月七尾湾の和倉海岸で夜間500W（100V）の白色灯で集魚採集を行つた場合においては，昼間ではその磯に各種のハゼ類がみられるのに成魚が夜間光に集まつたものは全くなかつたことからして，成魚は全く趨光性をもたないものと思われる。

## 小　　脳

Corpus cerebelli の形態は種によつて若干の相異が見られる。(Fig 4) しかし概して小さく未発達であることはハゼ科魚の特徴とみられる。

Corpus cerebelli の型を細く類別すると Table 6 に示すように扁平型，後方延長型及び棍棒型の三型に類別できる。（次表参照）

Corpus cerebelli は貧弱であることからみて游泳行動は緩慢であるといえる。これは事実とよく合致する。

Valvula cerebelli は中脳腔に偏在して小さく，形状は簡単である。Torus semicircularis が Valvula cerebelli に比して大きくよく発達している。アゴハゼ，ヨシノボリ，マハゼ，シマハゼ等の Valvula cerebelli は小突起状であるが重層型を示している。

Valvula cerebelli の背面中央に

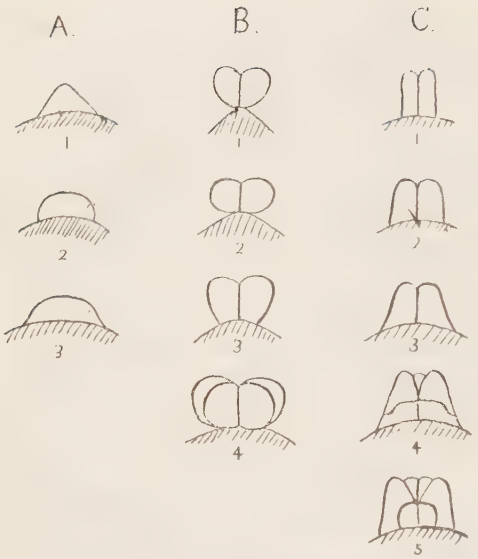
Fig. 4 Various kinds of Corporis cerebelli in gobidae fishes.

| Species | Jap. name | Clubate type | Flat type | Backward extension type |
|---|---|---|---|---|
| *Leucopsaron petersi* | Shirouwo | | ○ | |
| *Lubricogobius exiguus* | Kigikuhaze | ○ | | |
| *Gobius gymnauchen* | Himehaze | ○ | | |
| *G. giurinus* | Gokurakuhaze | | ○ | |
| *G. similis* | Yoshinobori | ○ | | |
| *G. abei* | Abehaze | | ○ | |
| *Acanthogobius flavimanus* | Mahaze | ○ | | |
| *A. lactipes* | Ashishirohaze | ○ | | |
| *Chaenogobius casanea* | Biringo | | ○ | |
| *C. urotaeuia* | Ukigori | | | ○ |
| *C. isaza* | Isaza | | ○ | |
| *C. heptacanthus* | Nikuhaze | | ○ | |
| *Chasmichthys dolichognathus dolichognathus* | Agohaze | | | ○ |
| *C. dolichognathus gulosus* | Dorome | | | ○ |
| *Tridentiger obscurus undicervicus* | Chichibu | ○ | ○ | |
| *T. trigonocephalus* | Shimahaze | | | |

Table 6 Form of Corpus cerebelli

は軽い fissure があり，楕円形に近い形状を示す。（Fig 5）しかし，シロウオ，アベハゼ，ゴクラクハゼは中央に全く fissure もなく単一型の小突起状を呈している。（次図参照）

Valvula cerebelli の生態的意味について内橋（'54）は次のように述べている "すなわち小脳弁が中脳腔に大きく見られる種は，視覚的で行動が敏捷であるか，或いはまた味覚的な行動があり，小さくみられるものは行動が不活潑で緩慢である"。また "Telencephalon が充分発達している種の小




Tipe A.
1. Gokurakuhaze
2. Abehaze
3. Shirouwo

Type B.
1. Kigikuhaze
2. Himehaze
3. Ashishirohaze
4. Shimahaze

Type C.
1. Ukigori
2. Nikuhaze
3. Chichibu
4. Mahaze
5. Yoshinobori

Fig. 5 Various kinds of Valvulae cerebelli in gobidae fishes.

脳弁は小さく偏在している"。さらにこの Valvula cerebelli は種の指標として極めて特徴的な形状を示すと述べているごとく同属の種であつても Valvula cerebelli の形状は甚しい差を示すことがある。例えばクモハゼ属に例をとつてみればアベハゼとゴクラクハゼは山型の小突起状であり，ヒメハゼは中央に fissure のある卵円形の小突起であり，ヨシノボリは重層型であるなど種によつて相当異つている。

Eminentia granularis はシロウオにおいては Corpus cerebelli の左右に比較的顕著に膨出して大きいが，他の種にあつてはいずれも僅かに膨化している程度で顕著に発達したものは認められない。

## 延　　髄

ハゼ科魚類の Medulla oblongata は比較的大きく Crista cerebelli はいずれの種にあつても堤防状をなし，比較的膨化している。Ventriculus quartus は長楕円形で小さく開口し，その両側に小隆起がみられるが，Lobus facialis 及び Lobus vagi の区別は判然としない。

## 総　　括

以上ハゼ科魚類7属16種について，脳髄外形の比較形態学的な観察とそれの生態との関連について若干の考察を行つた。その形態的特徴を要約すると次のごとくである。

1. Telencephalon は良く発達膨化肥大しているが Bulbus olfactorius は極めて小さい。
2. Diencephalon は中位に発達し，Lobus inferior は Infundibulum より大きく，Saccus vasculosus は総じて小型である。
3. Lobus opticus は中位に発達しており表面には "Lateralen Einschniirung" 及び Fovea 等はない。
4. Corpus cerebelli は小さく，扁平型，後方延長型及び棍棒型の3型がある。Valvula cerebelli は総じて小突起で中脳腔に偏在している。
5. Medulla oblongata は堤防状で膨化しているが Lobus facialis 及び Lobus vagi は判然としない。
6. 夜行性を有する種は見られず，また成魚では灯色灯に対する趨光性がない。
7. 各脳部の発達程度から類別すると中脳～延髄～終脳発達群に入れられる。

## 文　　献

内橋　潔 (1953): 脳髄の形態よりみた日本産硬骨魚類の生態学的研究，日水研研究報告 No. 2.
——————— (1954): 魚類脳の形態と機能，生物科学，vol 6, No 2.
———————・拓殖秀臣 (1953): 魚脳にみられる生態と形態の相関について，動雑 vol. 62, No. 34.
佐藤光雄 (1949): 魚類の後脳部形態と摂食性(1)　日本水産学会誌 vol. 15, No. 10.
小川良徳 (1952): シマハゼの生態について，医学と生物学 vol. 24, No. 6.

# スルメイカの「寄り現象」について

浜部基次・清水虎雄
（日本海区水産研究所浦郷支所）

# On "Yori" phenomenon of cuttle fish (*Ommastrephes sloani pacificus* STEENSTRUP)

Mototsugu HAMABE and Torao SHIMIZU

We have examined into what they call a "Yori phenomenon" with relation to cuttle fish (*Ommastrephes sloani pacificus* Steenstrup) which has been existed from old years on Oki Island, Shimane prefecture.

This local phenomenon has been existed from older times in this area with a primitive legend as well as religions tradition in connection with the Yurahime shrine here and is celebrated in this area as an attractive phenomenon.

What has caused this phenomenon? Namely, as a result of making researches in this cause it has become clear that the phenomenon originated from such a definite oceanic condition that a school of cuttle fish would be able approach satisfactorily by the rounding beach of Oki Island in Shimane prefecture, with an advent of their migration season, but they will not come to the beach for spawning.

This phenomenon presented on condition that in addition to the above-mentioned causes, a configuration of the beach and a state of the sea-bottom are being suited to induce a school of cuttle fish to the sandy beach, in other words, it has a configuration of the ground just like as a natural-made large set-net.

古くから隠岐島浦郷湾の最奥部に「スルメイカ」の群団が11月末から12月ごろ群をなして水際附近の浅い砂泥底に座礁することが知られている。これ等を採捕するものは，この現象を「寄りイカ」と称している。このような群が寄せて来る時は 100m² に満たぬ小湾に，数万尾にも及び陸上，水際水中，いずれも白一色となつて足の踏場もなくなるほどである。今回この現象について若干の考察を行つたので報告する。

## 「寄りイカ現象」の実例

(1). 浦郷町由良浜

昭和25年12月14日浦郷町渡夫妻が由良浜で経験した「寄り」は次のごとくであつた。

山作業のため14時ごろ由良浜沿いの道路を山へ向つた。その時既に由良浜湾口部遠く「バチヤリ」

バチヤリ」という「喰み音」がきかれたが，イカとは考えもせず，そのまま由に入り，17時ごろ同一経路で帰途についた。

そうして浜沿いの道に達しない間に，まだ明るい内湾全体が「スルメイカ」に占められ真赤に染つていた。

沖合からの進入群団は，浜内懐の道路屈曲部に一直線に当り奇妙な衝突音「グワサア」を発し，次から次へと前方に停滞している群を圧迫し，脈打つように水際のものが押し上げられ噴進してくる状態であつた。この時水際にはいわし群がまた同様に跳ね上つて「スルメイカ」と混在していたという。

(2) 浦郷町由良浜

昭和29年12月4，5日筆者等が由良浜で経験した「寄り」は次の通りである。

（A）前後の状況

旧暦11月7日の12月1日から由良浜に急造した「イカ小屋」で待期した。

1日，17時（気温19.1°C，水温18.5°C，風向SE，風力なし，雲量10，薄曇り）歩行も汗ばむ程度であつた。ラジオ放送では当夜島後西郷沖合1～2浬で底曳船の一曳網毎に50～60貫のイカ漁獲を報じ，島後では冬イカ来ると全漁船の出漁を見た。当夜由良浜一帯に「寄り」はなかつたが，翌朝赤之江側の湾入「大江浜」に「寄り」があつたのを通学生が発見した。

2日……（旧暦8日）

17時.（気温9.6°C，水温18.0°C，風向NW注意報，雲量10）

3日……（旧暦9日）

17時（気温8.5°C，水温17.5°C，風向NW，雲量10，雨）

4日……（旧暦10日）

17時（気温12.0°C，水温17.5°C，風向W曇，雲量5）

| | |
|---|---|
| 18時 | 風やみ，晴れ，静穏なる月夜 |
| 19時30分 | 10尾寄る |
| 20時 | 10尾寄る |
| 20時30分 | 3尾寄る |
| 22時 | 2尾寄る |

筆者らの前面の浅瀬で緩速度の方向転換を行い去る。

5日3時風雨強く小屋を去る。

5日……（旧暦11日）

17時（気温12.0°C，水温17.4°C，風向W，雲量10，曇）この日は朝から雨で相当量の降雨があつたが，18時ごろから晴れ，風もやみ温暖となり，典型的な無風状態となり，温暖な月明の夜となつた。

現場由良浜……20時水温15.5°C，21時ごろ湾口部に広範囲な漣が立つた。丁度由良浜は無風のため鏡のごとく静穏であり，遠望がきいたので移動状態を正確に観察することができた。

群団は次第に小屋の前面へ移行し，水際に待機する筆者らの前面に迫つて来たので，筆者らは水際に面して，陸上から腕を伸し，又は籠で拾い取つた。

ついで21時10分ごろ沖合を彷徨する漣が，一際大きな波紋をたてて近接し，右岸側から左岸の松の陰影に向つて全群乗上げ，200～300尾が拾われた。

ついで21時20分ごろ左岸側の沖合から近接し左岸に衝突した群（ここでも上陸）は右岸湾奥隅角部へ進み（ここで上陸）ついで左折して小屋の前面の筆者らの処へ直進してきた。筆者は経50糎，深70

棹のタモ網をもつて水中に入り，水際から3mほど離れたところ（水深30cm）で群団の先頭（耳先き）に当つたため，網を群の進入方向に向けて待期していたところ，幾事にも魚体の重なり合つた帯状濃密部が自然に網中に突入し，小容器で30尾ほどを捕獲した。

以上の観察を要約すると(1)群団はジグザグ行進をなしながら湾奥部に入る。(2)進行前面部より後方部の方が群が多い。(3)障害物に衝突すると体を水中に垂直に立て，水面下に沈潜してから方向転換を行う。この際水面を鰭で打つ特有の水音を発す。(4)浅所で後続群に圧迫され，前方個体は行動の自由を失つているように見受けた。(5)単独のものでも直線的に水際へ突進してくるが，山影の水面に投影している左岸陰影部分に向つて，湾奥水際に平行前進するものが多い。

## 過去における寄りイカ現象と漁村

寄り現象が昔から見られるのは，由良の浜，船越，イカの耳，渡，獅子鼻，弁天浜であるが，隠岐島，東海岸，崎沖合4～5浬の漁場にスルメイカ群の滞游停滞があるとほとんど同時に，由良浜へ「寄り」があつたので，古来漁業者はスルメイカ漁期開始の指針として，最初の「寄り」の後に，一斉に出漁するようになつていた。確実大量な「寄り」の時期にはイカを拾うことを生業とする者も多く，それによつてスルメを製造した。

スルメイカ漁獲の少い年，即ち一本釣で漁獲のない年でも「寄り」は少量ながら見られ，割合高価で取引され，イカを生餌とする「ブリ底漕釣」の餌料として使用されることもあつた。

明治年間，漁業法の公布とともに，地先専用漁業権「イカ掬い漁業」が設定され，保護区域として松山鼻以奥の他漁業を制限してあり，由良浜は本郷，赤之江，三度，珍崎，と浦郷町を構成する単位部落に権利の分割（浜分け）がしてあつた。

ついでこの特異な現象に着目した企業家により，保護区域外の島根鼻に移動群目的のイカ定置網が出現し，大正12年（'23）に島根及び弁天定置，大正13年（'24）に赤島定置，昭和5年（'30）に桂島定置と続々内海に定置網が設けられ，現在に至つている（協同組合自営事業）しかし，この内海定置網の誕生は当然の帰結として，由良浜の「大寄り」は勿論，内湾東岸波止部落の浜，弁天湾入，獅子鼻湾入等に年々見られた「寄り」は前より相当少なくなつている。

結局，小屋掛けして待つ「寄り」という原始的方法による漁獲は，内海定置の増加によつて著しく減退したものとみられる。その他の部分的変化は大正4年（'15）船曳運河の開鑿を機として，美田湾奥の「寄り場」が変化し，又大正5年（'16）埋立地の築造を機として獅子鼻湾入の変化もあつた。

なお，参考のために，当地で行われている「寄りイカ」と由良浜の奥に鎮座される由良比女命神社の伝説を紹介する。

浦郷町史の神社由緒によると，祭神である由良比女命は由良浦の畳石というところに鳥賊を御手にもち手桶に乗つて出現されたという。ある日，長い航海の徒然に海潮に手をひたしたところ淫奔者の鳥賊共が比女命の手を引いて無礼をしたことがあつた。後程この罪を謝するため比女命が由良へ鎮座してから毎年きまつた季節に由良浜へ寄つてくるのが，ヨリイカだとしている。

知夫里島の伝説によると，当社はもと知夫里島イカ浜にあつて，イカの群がその浜に群来していたが，神社を由良浦へ移されてから後イカはこないようになつたといわれている。祭神についての詳細は不明であるが，土佐日記（承平4年紀貫之），神中抄（嘉永元年顕昭）にはそれぞれ「ちぶりの神」「ゆたすの神」として見え，海上渡航の安全を守護する神とされ，祭は「御旅の祭」といい，由良浦から浦郷の浜へ神輿を船で渡し，各村の者船列を組んでこれに従うとあり，社殿には「不開函」と称するものあり，内に甚だ古い量器（ます）らしきものの破片3個があつて伝説にいう手桶に当るものか

と思われる旨の記載がある

## 寄り現象に関する環境

### 地　　形

寄り現象は，海岸のどこにでも生起するものでなく，特定の場所である。いまそれ等の場所の地形をみると，内湾部に面している海岸である。しかし，中の島と西の島とのなす水道ではイカ定置網もなく寄り現象も見られない。

最も寄り現象の見られる浦郷湾は水深く，波浪なく，多くの「寄りイカ」の発現が見られる。この内湾はイカ定置網の好漁場でもある。またイカ一本釣漁場としてもこの湾の中央部西寄りの部分が利用されている。Fig. 1 は隠岐諸島における寄り現象発現の位置とイカ定置網の所在する水域を示し，Fig. 2 は前記の寄り現象が発現する水域をさらに拡大したものである。

Fig. 1　Map of Oki island, Shimane prefecture

寄り発現場所の地形的特徴を考察すると，古伝による知夫里島のイカの浜海岸を除いて，それらの海岸地形は，ほぼ定置網型を形成している。また，そうした定置網型地形の最奥部には樹木が繁茂して，陰影をつくつている。

### 水温と比重

寄り現象発現時期の水温をみると，秋期より水温が下降して，17°C 台の期間である。更に水温が下降しても時には寄り現象が発現するが，13°C 台になると，殆ど寄り現象は，みられなくなると共に，一方内湾定置によるイカ漁獲高も甚しく減少する。

Fig. 2　Showing the detail environment in frequently occurring locations of "YORI" phenomenon in URAGO-Bay.

比重については，浦郷湾奥部の日水研浦郷支所前の定点観測によると，11～12月ごろは，24～25.00 程度であるが，1月になると，若干上昇して，25.00 内外となり，2～3月になると1月のそれより更に若干上昇する傾向がみられる。こうした例年の一般的な変化の過程において，特異的な比重が

出現した場合にのみ寄り現象が生起するようには見られない。しかしながら，寄り現象発現時前後における隠岐島近海の海況をみると，イカの棲息域と考えられる島周辺漁場のうち底水温の分布を日本海海況概報によると，①1954年10月 100m 層では隠岐島の東北方から南方～東南方にかけて，冷水塊があり，それ等は隠岐隠岐島をなかば周幕し，島の周辺に 15～16°C の水塊によつて占められている。②75m層では，オキの島周辺にのみ18～19°C の水温がみられる。これらのことは，隠岐島周辺にスルメイカの適水温が出現しつつあることを示すものであり，また一方スルメイカが，この水域に集約される性質の海況とも見られる。

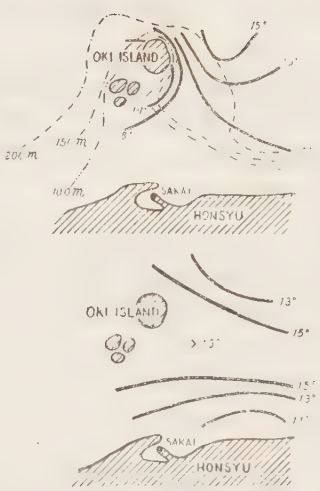



Fig. 3　Isotherms at the 75 meter depth (above) and the too meter depth (below) in Oki district (October 1954).

10月以降表面水温が下降すると，スルメイカの游泳層も上昇し，12月になると 10～55m 深までイカ棲息の適水温となるのでよく浮上することが，石井（'24）によつて知られている。一方沖合と湾奥部を結ぶ水深50m程度の連続した海底がみられるので，スルメイカの進入は容易であろうとみられる。

## 潮　　汐

寄り現象発現の時刻としては，22～24時，0～3時の時刻は，上弦側の「ヨリ日」では大体月没時刻と合致し，また満潮時刻とも複合し，干潮時刻も前半の一部では近接している。下弦側の「ヨリ日」では，大体月出の時刻と合致し，また干潮時刻の前半で，更に満潮時刻は後半が合致している。これは，上弦側では，月没と満潮と干潮が時間的に甚だしく接近し，22～24時の間に続く場合に回数数量ともに多く，月没と満潮が接近して，0～3時の間に起る場合には減少している。

下弦側では月出と前半の干潮が，時間的に接近し，22～24時の間に起る場合に多く寄り現象がみられ，月出の時刻が0～3時で，満潮時刻とは3時間以上の時間差がある時には，ヨリイカの数量が甚しく減少している。

朔は月の出没に無関係の暗夜で，1時40分頃の満潮が適合している。望は月の出没に無関係で，1時45分頃の満潮と，20時25分頃の干潮とが適合しているが，朔及び望ともに寄り現象の発現は認められない。

したがつて，寄り現象は夜間22～24時，0～3時の間に月の出没がなく，また満干潮のいずれか一方しかその時間中に起らない朔や望では発現しない。逆にその時間中に月の出没があり，干満潮の両方かまたは一方だけでも出没時刻に甚だしく接近して起る上下弦附近の日では発現するもののようであるが，上弦9日に発現のないことや下弦22日に発現が2回あつてもその量が甚だしく少量であること等は説明出来ない特異な日を含んでいる。

## 照　　度

スルメイカは夜行性が強いので，海中の照度の如何がその遊游に相当影響するものと思われるが，特に寄り現象生起時における海上及び海中の照度については，測定値がないのでどの程度の照度の時に最も寄り現象が生起するか定かでない。

沿岸定置網について，筆者等が調査したところによると暗夜よりも月夜に入網が多いことがわかつた。このことは，月夜程度の照度においては暗夜よりも沿岸に接近する事を示すものであるが，筆者

等の調査によると月明に13回，暗夜に1回の入網がみられた。

近海の漁況

寄り現象が生起した場合，この附近の定置網（桂島，赤島，島根）の漁獲状況を1950～1953年についてみると（Table 5）何れも顕著な漁獲のあつた日である。このことは寄り現象のスルメイカと定置で漁獲されるスルメイカが，沿岸へ時を同じうして，来游することを示すもので，同一来游群と見做すことが出来る。

また一方，寄り現象が生起する頃には，大羽イワシの漁獲が前記定置網においてみられるのが普通であるように思われているが，前記の定置網の漁獲統計によると，寄り現象の当日にはその近接前後にイワシの漁獲があつて寄り現象が生起することもあるが，そうでない場合もみられる。

## 寄り現象の発現時

季　節

筆者等が今まで寄り期日の判然としているもののみについて調査（Table 1）したところによると寄り現象発現は次のように12月に最も多く生起している。この時期は，水温からいうとスルメイカの棲息適水温が，内湾に出現する時期である。

| | | | |
|---|---|---|---|
| 9 月 | 1 回 | 1 月 | 1 回 |
| 10 〃 | 1 〃 | 2 〃 | 1 〃 |
| 11 〃 | 8 〃 | 3 〃 | 2 〃 |
| 12 〃 | 18 〃 | | |

時　間

発現時刻については，15時から翌朝5時までの間に渉つているが，そのうちでもとくに22～24時の間にもつとも多く0時～3時がこれについでいる。

月　齢

筆者らの調査によれば'50年～'54年の間に「寄り」のあつた日は27回あり，全期を通じて月齢のみに従つて検討すると，「寄り日」は月齢7日に5回，8, 10, 11, 21, 22, 23日に各2回6, 8, 12, 13, 17, 18, 20, 25, 26, 30日に各1回である。

最多回日は7日，つぎの多回日は9～11日，21日～23日で，発現日は6～13日，17～26日の間で，上弦側14回，下弦側12回となり，朔及び望から離れ，上下弦附近で多発する傾向がみられる。

## 「寄りイカ」の形態並びに生態

「寄りイカ現象」の際漁獲される生体については，筆者等が1950年12月15日由良浜で採取した5尾（♀3，♂2）の測定によると胴長 21.5～23.0cm，体重 210～260gr. であつた。また生殖腺重量は 1.5～2.5gr. であつて熟卵は認めなかつた。

胃内容物を検したところイカ表皮の残つているもの2尾，イワシの充満しているもの3尾であつた。当時の群団は約2,000尾であつたので，以上の拾得し得た5尾では全貌を推知し得なかつた。

1954年11月5日の23～24時の間由良浜の「寄りイカ」の数量は約600尾であつたが，このうち50尾の内臓を得たので，これらを測定した結果からすると♂7，♀43で♀が甚だしく多く，熟卵に近いものが4個体であつた。

また胃内容物を検するとイカ肉片のあるものが半数の25個体に及んでいるのは，相当盛んな共喰現象のあることが看取される。

「寄りイカ」として採取される群団は，当時その附近で漁獲される群団と同一のものか，或いはまつたく異つているかを一応検討するため附近からの資料蒐集を行つた。即ち，1954年12月5日由良浜で「寄りイカ」89尾，内海定置で漁獲されたもの50尾，崎沖一本釣で漁獲されたもの50尾を測定した。（Table 4）

この結果によると三者間に甚だしい差異が認められないが，性比において若干の相違が見られるが，1954年11月5日由良浜「寄りイカ」では，前記の如く♂に比して♀の方が甚だしく多かつたので性比については，以上のみの材料では結論し得ない有様である。

隠岐近海におけるイカ産卵期について，石井（'24）は「3，4月のころは，成熟したものを得難く，ことに♀において成熟せる生殖腺はもつとも少く，他の月には♂の生殖腺の成熟は大体平均し，♀の成熟卵は夏8月及び晩秋11，12月ごろの2季節にもつとも多く，大体において熟卵をもつとも多く有する季節即ち夏及び晩秋の二季をもつて産卵期とするのが正確であるだろう」といわれているが，'50年から'54年の間各月の漁獲イカについて，性比，♀群でアメ色の完熟卵をもつものともたないものの比，卵巣重量の平均値について測定を行つたところによると，その調査材料が少なく判然とはし難いが次の結果を得た。

| 月 | 個体数 | | 不熟♀（不明♀） | ♂ | 卵巣重量 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 完熟♀ | 半熟♀ | | | |
| 4 | 7 | 0 | 0 | 0 | 106.0 ～ 29.0g |
| 5 | 12 | 0 | 0 | 0 | 51.7 ～ 20.1g |
| 6 | 45 | 9 | 0 | 8 | 53.5 ～ 20.9g |
| 7 | 12 | 1 | 0 | 20 | 52.0 ～ 24.4g |
| 8 | 2 | 0 | 6 | 7 | 21.4 ～ 1.0g |
| 9 | 9 | 0 | 19（不明61） | 42 | 28.5 ～ 4.5g |
| 10 | 41 | 0 | 66（不明30） | 103 | 39.5 ～ 3.9g |
| 11 | 8 | 0 | 90（不明6） | 26 | 28.0 ～ 14.0g |
| 12 | 3 | 0 | 77（不明247） | 344 | 12.8 ～ 0.6g |
| 1 | 0 | 0 | 72 | 62 | 8.6 ～ 0.6g |
| 2 | 3 | 0 | 52 | 40 | 12.1 ～ 1.3g |

4月～7月の間には最大卵巣重量52.0～106.0grが出現し，4，5の2カ月間には完熟♀のみ19個体が採捕され，♂は1個体も発見されていない。

完熟♀の形態については胴の後方鰭の基部にかけて内に包蔵する熟卵の巨大な容積のため膨大し，頭部及び外套前縁よりも遙かに肥大して畸形のような外観を呈し，その外套の厚さも盛漁期のものと比較して薄く弾力を缺いた特異な形態のものである。一般に春から夏のものでは20gr.を境としてそれ以上の生殖腺重量のとき完熟卵が見られ，早春期のものでは12gr附近で熟卵が見られるもののようである。

石井（'24）のごとく熟卵のもつとも多い季節を産卵期とすると，産卵期は4～7月となり，稚仔の出現等を考慮すると多少現況に不一致の傾向も現われ，産卵期については今後さらに検討を加えることとし，「寄りイカ」の当時の個体において熟卵をもつものが極めて少いことから「寄りイカ現象」が産卵と何らの直接関係のないことが判断される。従つて「寄りイカ現象」を発現するイカは，索餌のため内湾に侵入したものと見られる。

## 要　約

オキ島に昔からみられるスルメイカの『寄り現象』を調査した。この寄り現象というのは，オキの島の浦郷附近の海岸の波打ち際にスルメイカの群が游泳突進して，砂浜にまで乗り上る現象である。このことは昔から存在し，其地の由良媛神社と結びついた原始宗教的な伝承さえもつているもので，興味ある現象としてこの地方で著名である。

この現象の起る原因は，スルメイカ来渡期に当つて，スルメイカ群が，オキノ島周辺に充分接近出来るような一定の海洋的な条件であつて，スルメイカが産卵の為に接岸するものでない事が明になつた

接岸したスルメイカ群が，更に接岸して，『寄り現象』を起すのは，前記の諸原因に加えて海岸の地形，海底の状況が，群団を砂浜に誘導する様な地形，即ち自然に出来た定置網の様な地形をもつている事が条件である。

終りに当つて御指導と御校閲を賜つた日水研所長内橋博士ならびに調査に協力を得た浦郷町漁業協同組合，経験を教示せられた坂本浅市氏，漁獲物の悉皆調査をさせて頂いた道前義勇氏に謝意を表する。

## 引　用　文　献

(1) 石井四郎 ('24)：隠岐近海産二番柔魚漁業基本調査報告，島根水試報告
(2) 添田潤助 ('50)：日本沿岸に於ける "するめいか" Ommastrephes sloani pacificus (Steenstrup) の泗游に就いて，北水試報告，No. 4.
(3) 宮本秀明 ('34)：スルメイカ漁況と海況に就いて，水産学会誌，Vol. 3, 4.
(4) 長谷川勝蔵 ('51)：日本産重要頭足類検索，島根県浜田水産高等学校
(5) 児島俊平 ('54)：西日本海に於ける大羽イワシ漁況について，海流勢力の消長と島根沿海の大羽イワシ漁況について，海流瓶の漂着状況よりみたる島根沿海漁況の変動について，水産学会誌，Vol. 20, No. 57.
(6) 横山弥四郎 ('53)：浦郷町史

Table. 1 近年における寄り（古老記憶　日水研野帳記録　西郷測候所記録より）

| 年月日 | 時刻 | 場所 | 数量 | 備考 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 拾つた時の天気 | 当日の内湾漁況（野帳） | 当日の天気，風（測候所記録） | その他 |
| 1904年又は1905年秋（明37.38） | 不明 | 黒木村獅子鼻湾入 | 6,000尾 | | | | |
| （大5年）1916年秋 | 不明 | 黒木村弁天鼻湾入 | 1,400〃 | | | | |
| 1938年（昭13）旧11月12日 | 23時 | 浦郷町由良浜 | 23,000〃 | 月明，無風 | | | 拾得者田圃4反購入，家屋新築 |
| 1945年（昭20）11月23日 | 23時より4回に渉り | 〃 | 9,000（和船3艘に満載 | | | | 旋回中の群団の先頭に投石す。よつて方向転換浜へよる巡査拾得す。1,000円相当拾得 |
| 1945年（昭20）11月24日 | 23時 | 〃 | 不明 | | | | |
| 1950年（昭25）11月21日 | 23～24時 | 〃 | 50尾 | 月明，無風 | いわし接岸甚し，気温17.5°C，地曳盛漁 | （野帳）14時～16時小雨，18時頃より晴となる，月明，無風 | そでいか2尾寄る |
| 1950年（昭25）11月22日 | 一晩中 | 〃 | 不明 | 〃 | 〃 | （野帳）気温17°C快晴，無風 | |
| 1950年（昭25）12月14日 | 16～19時 | 〃 | 3,200尾 | 曇天，無風 | 曇時々小雨 | 曇，最大風速時風向（WNW）一日平均風速（1.3） | |
| 1950年（昭25）12月15日 | 17時 | 〃 | 2,000〃 | 〃 | 曇 | 曇（NNE）（4.8） | |
| 1950年（昭25）12月27日 | 23～翌2時 | 〃 | 10,000尾 | 曇 | いわし群由良湾内に渦巻く（午前10時） | | |
| 1951年（昭26）3月3日 | 不明 | 美田湾 | 不明 | 雪 | | 雪（W）（6.4） | |
| 1951年（昭26）3月30日 | 5時 | 由良浜 | 6,000尾 | | | | |
| 1951年（昭26）12月9日 | 不明 | 〃 | 不明 | | 曇内湾イカ一本釣活況（1隻平均200尾） | 曇（WNW）（2.9） | |
| 1951年（昭26）12月18日 | 23～翌3時（7回に渉り） | 〃 | 20,000尾 | 月明，無風 | 晴，内湾イカ一本釣大漁 | 晴（WSW）（5.1） | |
| 1951年（昭26）12月19日 | 16時 | 〃 | 16,000〃 | 〃 | 晴 | （W）（3.9） | |
| 1951年（昭26）12月20日 | 3時 | 〃 | 少量不明 | 〃 | 〃 | | |
| 1952年（昭27）11月 | 不明 | 弁天湾入 | 〃 | | | | |
| 1952年（昭27）12月7日 | 夜明け | 由良浜 | 200尾 | 月明 | | 晴（NW）（2.9） | |
| 1953年（昭28）9月 | 不明 | 獅子鼻湾入 | 800〃 | | | | |
| 1953（昭28年）10月15日 | 朝9時発見 | 〃 | 1,000尾 | | 水温23.1°C | 前日14日，晴（NW）（2.6） | |

| 年月日 | 時刻 | 場所 | 数量 | 備考 拾つた時の天気 | 当日の内湾漁況（野帳） | 当日の天気，風（測候所記録） | 其の他 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1953年（昭28）11月28日 | 22～24時 | 由良浜 | 10〃 | 翌29日桂島内海定置，いわし2,600貫 | 雪，（NNW）(2.0) | | |
| 1953年（昭28）12月12日 | 24時 | 〃 | 100〃 | | 赤之江，由良浜間いわし群あり，由良浜，いわし地曳網200貫漁獲 | 曇（W）(3.8) | |
| 1953年（昭28）12月13日 | 不明 | 〃 | 100〃 | 夜中より波が出る | SWの微風（入風）由良浜いわし群沖合に多し，漁夫1日待期する | 曇(WSW)(4.0) 最大風速10.8 | |
| 1953年（昭28）12月22日 | 24時 | 〃 | 3,500〃 | 晴，月明無風 | 晴 | 曇(ENE)(6.2) 最大風速11.7 | |
| 1954年（昭29）1月中旬 | 昼間 | 獅子鼻湾入 | 40〃 | 大魚に追われていた | | | |
| 1954年（昭29）2月10日 | 〃 | 〃 | 800〃 | 既に寄つていて鞘発見した時は鳥が啄ばむ | するめいか今年初の大漁（定置網） | 曇（WSW）(4.8) | |
| 1954年（昭29）11月2日 | 23時 | 由良浜 | 150〃 | 月明 | | | |
| 1954年（昭29）11月5日 | 23～24時 | 〃 | 600〃 | 月明，無風温暖 | 晴 W1 | | |
| 1954年（昭29）12月4日 | 19時30分～20時30分 | 〃 | 20〃<br>10〃<br>3〃 | 〃 | 22時以後風あり雲行き激し，雨 | | 筆者らイカ小屋にて待期観察，17時水温17.5°C |
| 1954年（昭29）12月5日 | (3回) 21～21.30<br>(1回) 23～23.30 | 〃 | 2,000〃 | 気温 12°C，月明，無風，温暖 | 6日午前3時より風雨となる | 午前中より午後5時頃まで相当量の雨が降る | 筆者らイカ小屋にて待期観察，100尾拾う |
| 1954年（昭29）12月12日 | 23時 | 〃 | 300〃 | 20時頃より雲間に月が見え出し，23時前後に晴れとなる | 曇，時々雨，Wの風強し | | 筆者らイカ小屋にて待期観察，40尾拾う |
| 1954年（昭29）12月17日 | 23時 | 〃 | 1,400〃 | 月明，無風 | 水温14.0°C（18時測定）気温7.2°C（〃） | | 筆者らイカ小屋にて待期観察，80尾拾う |
| 1954年（昭29）12月19日 | 23時30分 | 〃 | 100〃 | SWの風，気温9.2°C，雲量7（17時測定） | 水温14.0°C（17時測定） | | 筆者らイカ小屋にて待期観察 |
| 1954年（昭29）12月24日 | 23時 | 〃 | 1,200〃 | Wの風，風力1（曇）雲量7 | 水温13.0°C（17時測定）気温7°C（〃） | | 筆者らイカ小屋にて待期観察，50尾拾う |
| 1954年（昭29）12月31日 | 19時 | 〃 | 20〃 | Wの風，風力3曇雲量6 | | | 筆者らイカ小屋にて待期観察 |

Table 2 寄りイカの解剖結果

（1950年12月15日の分）

| 月日 | 漁獲区分 | 胴長分布 Mode (cm) | 体重分布 Mode (g) | 性比 | ♀生殖腺重量 (g) | 卵状態 | 胃重量 (g) | 胃内容 いか | 胃内容 魚類 | 胃内容 なし | 肝臓重量 (g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1950 12.3 | 崎沖一本釣 | ♀29～31 ♂23～24の小群<br>♂23～24 | 200～250<br>200～250 | ♀163<br>♂166 | 缺測 | 測定なし | 同左 | ♀112<br>♂147 | 2<br>4 | 49<br>15 | ♀ 7～46<br>♂45～21 |
| 〃 12.14 | 内海定置 | ♀ 23～24<br>♂ 23～24 | 300～350<br>150～200 | ♀ 6<br>♂ 9 | 4.0～2.0 | 熟卵なし | ♀6.5～2.5<br>♂5.0～2.0 | ♀ 5<br>♂ 2 | 0<br>0 | 1<br>7 | ♀♂缺測 |
| 〃 12.15 | 由良浜寄りイカ | ♀(23)(23.5)<br>(22.8)<br>♂(22)(21.5) | 210. 210.<br>260. 210.<br>210. | ♀ 3<br>♂ 2 | 2.5～1.5 | 熟卵なし | 缺測 | ♀ 2<br>♂ 0 | 1(充満)<br>2(充満) | 0<br>0 | ♀♂缺測 |

Table 3　由良浜の「寄りイカ」生体の解剖結果

(1954年11月5日の分)

| 番号＼測定項目 | 胃重量 (g) | 胃内容 | 肝臓重量 (g) | 性別 | 生殖腺重量 (g) | 精夾，卵状態 | 番号＼測定項目 | 胃重量 (g) | 胃内容 | 肝臓重量 (g) | 性別 | 生殖腺重量 (g) | 精夾，卵状態 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2.0 | なし | 17.5 | ♂ | 7.0 | 精夾多し | 26 | 5.0 | なし | 24.5 | ♀ | 8.5 | 熟卵なし |
| 2 | 3.0 | イカ切片 | 40.0 | ♂ | 不明 | 不明 | 27 | 7.5 | イカ切片 | 47.5 | ♀ | 5.5 | 〃 |
| 3 | 4.0 | 〃 | 38.0 | ♂ | 7.5 | 精夾多し | 28 | 6.0 | 〃 | 56.0 | ♀ | 24.0 | ◎熟卵 |
| 4 | 5.0 | 〃 | 33.0 | ♂ | 不明 | 不明 | 29 | 3.5 | 〃 | 24.0 | ♀ | 2.0 | 熟卵なし |
| 5 | 2.5 | なし | 18.0 | ♂ | 10.0 | 精夾多し | 30 | 13.0 | 〃 | 53.0 | ♀ | 6.0 | 〃 |
| 6 | 3.0 | 〃 | 18.0 | ♂ | 9.0 | 〃 | 31 | 5.0 | 〃 | 28.0 | ♀ | 3.0 | 〃 |
| 7 | 4.0 | 〃 | 39.0 | ♂ | 9.0 | 〃 | 32 | 8.0 | なし | 46.0 | ♀ | 24.5 | ◎熟卵 |
| 8 | 6.5 | イカ切片 | 53.0 | ♀ | 5.0 | 熟卵なし | 33 | 10.0 | イカ切片 | 50.0 | ♀ | 7.0 | 熟卵なし |
| 9 | 6.0 | 〃 | 56.0 | ♀ | 12.5 | | 34 | 11.0 | なし | 38.0 | ♀ | 6.0 | 〃 |
| 10 | 15.0 | 〃 | 36.5 | ♀ | 12.0 | | 35 | 7.0 | 〃 | 38.0 | ♀ | 15.0 | 〃 |
| 11 | 6.0 | なし | 78.0 | ♀ | 25.5 | ◎熟卵 | 36 | 4.0 | 〃 | 20.0 | ♀ | 7.0 | 〃 |
| 12 | 6.0 | イカ切片 | 46.0 | ♀ | 6.0 | | 37 | 11.0 | イカ切片 | 27.0 | ♀ | 4.0 | 〃 |
| 13 | 6.0 | なし | 45.0 | ♀ | 7.0 | | 38 | 7.0 | 〃 | 52.0 | ♀ | 8.5 | 〃 |
| 14 | 5.0 | イカ切片 | 28.0 | ♀ | 15.0 | ◎熟卵 | 39 | 11.0 | なし | 69.0 | ♀ | 13.0 | 〃 |
| 15 | 7.0 | なし | 36.0 | ♀ | 3.0 | 熟卵なし | 40 | 10.0 | イカ切片 | 58.0 | ♀ | 22.0 | 〃 |
| 16 | 11.0 | イカ切片 | 37.0 | ♀ | 4.0 | 〃 | 41 | 5.0 | なし | 37.0 | ♀ | 8.0 | 〃 |
| 17 | 7.0 | なし | 33.5 | ♀ | 4.0 | 〃 | 42 | 4.0 | 〃 | 32.0 | ♀ | 8.0 | 〃 |
| 18 | 9.0 | 〃 | 43.0 | ♀ | 10.5 | 〃 | 43 | 4.0 | イカ切片 | 36.0 | ♀ | 3.0 | 〃 |
| 19 | 6.0 | 〃 | 34.0 | ♀ | 4.0 | 〃 | 44 | 11.5 | なし | 31.0 | ♀ | 9.0 | 〃 |
| 20 | 5.0 | 〃 | 37.0 | ♀ | 5.0 | 〃 | 45 | 6.0 | 〃 | 42.0 | ♀ | 3.0 | 〃 |
| 21 | 5.5 | 〃 | 53.0 | ♀ | 5.0 | 〃 | 46 | 5.5 | イカ切片 | 52.0 | ♀ | 5.5 | 〃 |
| 22 | 4.5 | イカ切片 | 30.0 | ♀ | 6.0 | 〃 | 47 | 5.0 | イカ充満 | 91.0 | ♀ | 4.0 | 〃 |
| 23 | 6.0 | 〃 | 50.0 | ♀ | 8.0 | 〃 | 48 | 5.5 | イカ切片 | 35.0 | ♀ | 4.0 | 〃 |
| 24 | 4.5 | なし | 40.5 | ♀ | 4.0 | 〃 | 49 | 4.0 | なし | 28.0 | ♀ | 4.0 | 〃 |
| 25 | 3.5 | イカ切片 | 35.5 | ♀ | 3.5 | 〃 | 50 | 5.0 | 〃 | 23.0 | ♀ | 8.5 | 〃 |

備考　♂の生殖腺はニーダム氏嚢，遊離精夾を含む。♀は輸卵管纏卵腺を切除。

Table 4　漁場及び漁具の異る漁獲物の解剖結果

(1954年12月5日の分)

| 月日＼項目 | 漁獲区分 | 胴長分布 Mode (cm) | 体重分布 Mode (cm) | 性比 | 生殖腺重量 (g) | 卵状態 | 胃重量 (g) | 胃内容 いか | 胃内容 魚類 | 胃内容 なし | 肝臓重量 (g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12. 5 | 由良浜寄りイカ | ♀24～26<br>♂24～25 | 300～350<br>250～300 | ♀36<br>♂53 | ♀ 2～4<br>♂ 6～8 | 熟卵なし | ♀ 3～4<br>♂ 2～3 | ♀ 5<br>♂ 6 | 1<br>3 | 30<br>44 | ♀ 23.5～50<br>♂ 17.0～73 |
| 〃 | 内海定置 | ♀25～26<br>♂24～25 | 300～350<br>250～300 | ♀20<br>♂30 | ♀ 2～4<br>♂ 6～8 | 半熟 3 | ♀ 4～5<br>♂ 2～3 | ♀ 9<br>♂15 | 2<br>0 | 9<br>15 | ♀ 22～56<br>♂ 14～55 |
| 〃 | 崎沖一本釣 | ♀25～26<br>♂23～24 | 300～350<br>200～250 | ♀33<br>♂17 | ♀ 2～4<br>♂ 6～8 | 熟卵 1<br>半熟 4<br>微熟 1 | ♀ 2～3<br>♂ 1～2 | ♀ 8<br>♂ 1 | 4<br>0 | 21<br>17 | ♀ 13～42<br>♂ 10～29 |

Table. 5　寄り現象が発現した当時における柱島赤島島根の各定置漁物の総漁獲高（貫数）

| 日月 | 1950 | | 1951 | | 1952 | | 1953 | | 期日 | 1950 | | 1951 | | 1952 | | 1953 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ヨリ発現の場所 | 漁獲高 | ヨリ発現の場所 | 漁獲高 | ヨリ発現の場所 | 漁獲高 | ヨリ発現の場所 | 漁獲高 | | ヨリ発現の場所 | 漁獲高 | ヨリ発現の場所 | 漁獲高 | ヨリ発現の場所 | 漁獲高 | ヨリ発現の場所 | 漁獲高 |
| XI 1 | | 0 | | 0 | | 4 | | 0 | I 1 | | 3,520 | | 0 | | 2,063 | | |
| 2 | | 0 | | 0 | | 3 | | 0 | 2 | | 1,755 | | 0 | | 17,157 | | |
| 3 | | 1 | | 0 | | 131 | | 0 | 3 | | 112 | | 75 | | 9,975 | | |
| 4 | | 0 | | 0 | | 1 | | 0 | 4 | | 11 | | 73 | | 12,004 | | |
| 5 | | 2 | | 0 | | 9 | | 0 | 5 | | 0 | | 55 | | 7,624 | | |
| 6 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | 6 | | 0 | | 95 | | 405 | | |
| 7 | | 0 | | 3 | | 60 | | 0 | 7 | | 116 | | 0 | | 1,176 | | |
| 8 | | 0 | | 0 | | 98 | | 0 | 8 | | 0 | | 12,540 | | 150 | | |
| 9 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | 9 | | 0 | | 1,518 | | 5,000 | | |
| 10 | | 0 | | 2 | | 39 | | 0 | 10 | | 0 | | 0 | | 12,881 | | |
| 11 | | 0 | | 0 | | 2 | | 0 | 11 | | 2,979 | | 7,707 | | 438 | | |
| 12 | | 0 | | 0 | | 4 | | 0 | 12 | | 77 | | 8,172 | | 66 | | |
| 13 | | 0 | | 0 | | 1 | | 0 | 13 | | 0 | | 6,448 | | 10 | | |
| 14 | | 0 | | 0 | | 2 | | 0 | 14 | | 0 | | 0 | | 69 | | |
| 15 | | 0 | | 0 | | 17 | | 0 | 15 | | 180 | | 0 | | 120 | | |
| 16 | | 1 | | 0 | | 0 | | 0 | 16 | | 40 | | 93 | | 9 | | |
| 17 | | 822.8 | | 0 | | 1 | | 0 | 17 | | 1,026 | | 344 | | 19 | | |
| 18 | | 64.5 | | 0 | | 1 | | 0 | 18 | | 180 | | 228 | | 0 | | |
| 19 | | 10 | | 0 | | 6 | | 1 | 19 | | 14 | | 16 | | 533 | | |
| 20 | | 1,209.3 | | 10 | | 2 | | 1 | 20 | | 0 | | 76 | | 577 | | |
| 21 | 由良浜 | 1,016 | | 44 | | 3 | | 1 | 21 | | 381 | | 74 | | 435 | | |
| 22 | 〃 | 9,462.7 | | 0 | | 3 | | 1 | 22 | | 24 | | 44 | | 3,801 | | |
| 23 | | 9,762 | | 0 | | 1 | | 0 | 23 | | 0 | | 102 | | 1,231 | | |
| 24 | | 2,499 | | 71 | | 0 | | 4 | 24 | | 562 | | 0 | | 3,151 | | |
| 25 | | 1,801 | | 0 | | 25 | | 1 | 25 | | 210 | | 972 | | 473 | | |
| 26 | | 1,916 | | 23 | | 39 | | 0 | 26 | | 83 | | 1,845 | | 284 | | |
| 27 | | 86 | | 2,119 | | 5 | | 0 | 27 | | 2,726 | | 1,648 | | 375 | | |
| 28 | | 3,228 | | 0 | | 1 | | 0 | 28 | | 6,461 | | 790 | | 23 | | |
| 29 | | 1,499 | | 43 | | 0 | | 4 | 29 | | 1,265 | | 606 | | 170 | | |
| 30 | | 3,158 | | 271 | | 31 | | 8 | 30 | | 1,193 | | 23 | | 513 | | |
| | | | | | | | | | 31 | | 538 | | 45 | | 1,476 | | |
| XII 1 | | 5,658 | | 91 | | 9,040 | | 0 | | | | | | | | | |
| 2 | | 17,150 | | 31 | | 5,364 | | 0 | II 1 | | 203 | | 468 | | 672 | | |
| 3 | | 13,581 | | 5 | | 930 | | 32 | 2 | | 5 | | 268 | | 53 | | |
| 4 | | 1,082 | | 6 | | 4,637 | | 1,172 | 3 | | 362 | | 1,326 | | 10,257 | | |
| 5 | | 2,807 | | 354 | | 1,505 | | 487 | 4 | | 113 | | 676 | | 1,926 | | |
| 6 | | 2,772 | | 8 | | 7,977 | | 105 | 5 | | 614 | | 192 | | 3,378 | | |
| 7 | | 3,779 | | 72 | | 6,230 | | 8 | 6 | | 198 | | 251 | | 338 | | |
| 8 | | 10,320 | | 45 | | 12,491 | | 70 | 7 | | 69 | | 411 | | 60 | | |
| 9 | | 0 | 由良浜 | 6,493 | | 7,093 | | 1,245 | 8 | | 0 | | 21 | | 275 | | |
| 10 | | 4,231 | | 3,197 | | 1,257 | | 66 | 9 | | 348 | | 5 | | 304 | | |
| | | | | | | | | | 10 | | 10 | | 34 | | 78 | 獅子鼻 | 2 |
| 11 | | 1,985 | | 2,439 | | 1,698 | | 671 | | | | | | | | | |
| 12 | | 7,590 | | 2,870 | | 376 | 由良浜 | 3,198 | 11 | | 2,780 | | 93 | | 186 | | |
| 13 | | 12,220 | | 506 | | 650 | 〃 | 4,824 | 12 | | 144 | | 0 | | 591 | | 1 |
| 14 | 由良浜 | 13,271 | | 3,186 | | 8 | | 745 | 13 | | 318 | | 56 | | 30 | | |
| 15 | 〃 | 9,210 | | 2,084 | | 13 | | 92 | 14 | | 1,365 | | 1,800 | | 177 | | 5 |
| 16 | | 0 | | 106 | | 2,425 | | 331 | 15 | | 585 | | 300 | | 27 | | 2 |
| 17 | | 1,683 | | 8,058 | | 3 | | 344 | 16 | | 517 | | 129 | | 12 | | |
| 18 | | 600 | 由良浜 | 10,793 | | 0 | | 2,288 | 17 | | 0 | | 0 | | 71 | | |
| 19 | | 2,435 | 〃 | 10,329 | | 426 | | 3,758 | 18 | | 809 | | 0 | | 4 | | |
| 20 | | 5,298 | 〃 | 2,995 | | 51 | | 3,999 | 19 | | 108 | | 100 | | 0 | | |
| | | | | | | | | | 20 | | 2,270 | | 0 | | 67 | | |
| 21 | | 6,197 | | 971 | | 551 | | 805 | | | | | | | | | |
| 22 | | 7,110 | | 113 | | 1,079 | 由良浜 | 6,172 | 21 | | 721 | | 0 | | 884 | | |
| 23 | | 3,991 | | 200 | | 11,075 | | 530 | 22 | | 373 | | 0 | | 624 | | |
| 24 | | 5,383 | | 41 | | 9,373 | | 1,183 | 23 | | 1,022 | | 250 | | 679 | | |
| 25 | | 1,404 | | 0 | | 1,231 | | 1,277 | 24 | | 552 | | 5,682 | | 24 | | |
| 26 | | 1,738 | | 77 | | 1,158 | | 510 | 25 | | 17 | | 1,074 | | 47 | | |
| 27 | 由良浜 | 2,958 | | 513 | | 960 | | 0 | 26 | | 15 | | 1,281 | | 1,170 | | |
| 28 | | 1,655 | | 0 | | 337 | | 784 | 27 | | 283 | | 230 | | 522 | | |
| 29 | | 1,200 | | 651 | | 76 | | 92 | 28 | | 0 | | 0 | | 0 | | |
| 30 | | 0 | | 605 | | 25 | | 110 | 29 | | — | | 2,661 | | — | | |
| 31 | | 244 | | 0 | | 7,779 | | 12 | | | | | | | | | |

# *漁獲物の鮮度保持に関する研究 （第1報）

## “洗い”の現象と筋肉内ATP態燐酸量，Glycogen 量との関係

野口栄三郎・山本常治

# Studies on the Freshness of Fish - (1)

## Effects of ATP and Glycogen in fish muscle upon “Arai” phenomenon (Muscle contraction caused by perfusing water)

Eizaburo NOGUCHI and Joji YAMAMOTO

The relationship between the muscle contraction of carp (*Cyprinus carpio*) in “Arai” phenomenon (muscle contraction caused by perfusing water) and the amounts of ATP and glycogen in muscle, and pH value of it was investigated with the following results obtained:

1) The contraction of muscle in “Arai” shows high value when the amount of ATP is high and pH value approaches to neutral.

2) After death, as the amount of ATP in muscle decreases, the contraction of muscle slacks accordingly. When the ATP amount and the contraction of muscle in “Arai” reaches zero, the muscle seems to enter full-rigor state.

3) The contraction of muscle in “Arai” is promoted by $CaCl_2$ and inhibited by $MgCl_2$ sol., and since the amount of ATP consumed is proportional to the contraction, the latter is supposed to be caused by the energy issued through the decomposition of ATP.

We should like here to express our hearty acknowledgements to Messrs G. Katoh, J. Yamanaka and S. Nishimura for the translation into English in our following papers inserted in the present publication.

## 緒　　言

鮮度保持の研究に於ては死後硬直時の鮮度判定方法の確立が必要であるが，現在死後硬直時の鮮度判定法としては適当な方法が無く，多くの場合は肉眼的観察に依つて硬直状態を観察し，記録[1]している状態である。

我々は種々の死殺方法や，死後の取扱いが鮮度保持に及ぼす影響を研究する前提として，簡易な死

---

* 日本水産学会 昭和29年度年会で発表（東京 昭29.4）

後硬直時の鮮度判定法の確立を必要としたが，極めて新鮮な魚肉に於てのみ見られる，いわゆる "洗い" の現象に着目し，灌流に依る魚肉片の収縮度の測定に依つて死後硬直時の鮮度判定が可能であるか否かを試みることとした。そこで取敢えずこの "洗い" の現象の機構を解明する為に，"洗い" の現象と筋肉内のＡＴＰ態燐酸量，glycogen 量等との関係を研究したのでその結果を報告する。

## 実　験　方　法

(1) 筋肉収縮度の測定は槓杆に依つて収縮度を５倍に拡大し，$\frac{\text{縮み}}{\text{原長}} \times 100\%$ で収縮度の大いさを示した。この場合の灌流液は蒸溜水で温度は常に一定（20°C）となるようにした。

(2) ＡＴＰ態燐酸量の測定は島津製光電管比色計を使用し，Bate-Smith[2]，天野[3]等と同様に７分加熱燐酸と酸可溶性無機燐酸量との差をＡＴＰ態燐酸量とした。

(3) pHの測定にはベツクマンの硝子電極pHメーターを使用した。

(4) glycogen 量は Folin-Wu[4] の方法に依つて比色定量した。

## 結　　果

### Ⅰ　筋肉部位に於ける収縮度とＡＴＰ態燐酸量

材料としては断頭死を行つたコイ（*Cyprinus carpio*）を使用し，試料の採取は死後10分間以内で完了し，直ちに０°C～２°Cの冷蔵庫に入れ，実験に供した。実験の完了は２時間以内であつたが最終の試料も刺戟に依つて収縮し，未だ筋肉は生きておることを示した。

試料の採取部位は第１図に，実験結果は第２図及び第１表に示す。

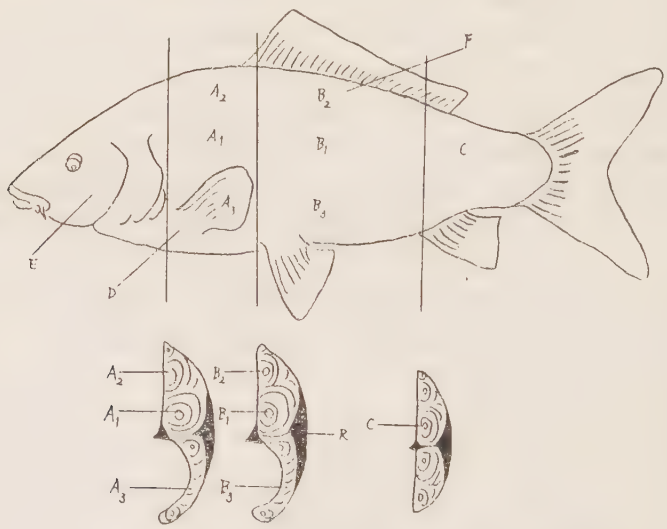



Fig. 1　Positions from which muscles were taken.

| | | |
|---|---|---|
| $A_1$, $B_1$, C | Muscles latero-dorsalis | 背側筋 |
| $A_2$, $B_2$ | M. cartinatus-dorsalis | 背側竜骨筋 |
| $A_3$, $B_3$ | M. cartinatus-ventralis | 腹側竜骨筋 |
| D | M. levator pinnae pectoralis | 胸鰭挙筋 |
| E | M. masseter | 咬筋 |
| F | M. flexor veldepressor radiorum pinnae dorsalis | 背鰭条屈筋 |
| R | M. rubber | 赤筋(血合) |

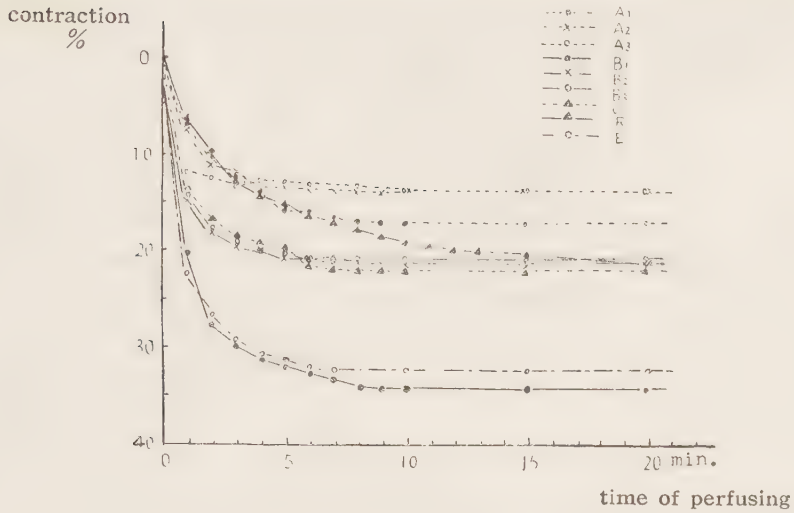



Fig. 2 Curves of muscle contraction in "Arai" phenomenon in various parts of body of carp at 20°C.

| Part of body | Contraction % | pH | Total-P mg.% | Inorganic-P mg.% | 7 min.-P mg.% | △7-P mg.% | Glucose mg.% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | 17.24 | 6.70 | 203.3 | 123.3 | 143.3 | 20.0 | 440 |
| $A_2$ | 13.73 | 6.30 | 193.3 | 105 0 | 121.6 | 16.6 | 265 |
| $A_3$ | 13.75 | 6.55 | 203.0 | 106.6 | 129.9 | 23.3 | 310 |
| $B_1$ | 33.90 | 6 80 | 249.9 | 166.6 | 200.1 | 33.5 | – |
| $B_2$ | 21.32 | 6.65 | 208.3 | 117.3 | 143.3 | 26.0 | 290 |
| $B_3$ | 21.08 | 6.25 | 208.3 | 125.0 | 148.3 | 23.3 | – |
| C | 22.13 | 6.85 | 238.2 | 131.6 | 161.6 | 30.0 | 380 |
| D | 21.34 | 6.50 | 123.3 | 81.6 | 93.3 | 11.7 | 700 |

Table 1. Showing the values of the muscle contraction in "Arai" phenomenon, the amount of ATP, glycogen and pH values of various parts of body of carp.

即ち筋肉のpH値は魚体の各部位で異り，6.25～6.85の範囲を示した。そして"洗い"に依る収縮度の大きな$B_1$，$A_1$及びC部のpH値は高く，収縮度の小さい$A_2$，$A_3$，$B_2$，$B_3$部等は低い結果を示している。筋肉の収縮度は$B_1$部が最も大きく，ついでC部及び$B_2$，$A_1$部等で$A_2$　$A_3$部は最も小さく，収縮度の最も大きい$B_1$部は33.9%も縮み，収縮度の最も小さい$A_2$　$A_3$部の2倍以上に達している。筋肉内のＡＴＰ態燐酸の量も$B_1$部が最も多量で，ついでC部，$B_2$，$B_3$部と縮みの小さい部位となる程少量となつている，血合肉であるD部はＡＴＰ量は少ないが収縮度は可成り高く，且つその収縮の仕方も他の白色筋肉とは異つて長時間にわたつて収縮が継続している。これは表に示すように血合肉部のglycogen 量が他の骨骼筋に比較し，著るしく多量に含有されていることと関係があるように思われる。

## Ⅱ　死後経過時間と収縮度及びＡＴＰ量の変化

断頭死させたコイを 20°Cで貯蔵し，$B_2$及び$B_3$部の肉を使用して，死後経過中に於ける"洗い"に依る収縮度及びＡＴＰ量の変化を調査した。実験結果は第2表の通りであつた。即ち死後時間の経過と共に収縮度は減少し，24時間後には殆んど伸びる結果を示している。ＡＴＰ量は 30mg%から24時間後には零となつた。この場合の"洗い"に依る収縮度の減少と筋肉中のＡＴＰ量の減少とは同様な傾向を示している。

| Time elapsed, min. | Contraction % | Total-P mg. % | Inorganic-P mg. % | 7 min.-P mg. % | △7-P mg. % | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 24.7 | 181.6 | 93.3 | 123.3 | 30.0 | |
| 120 | 21.5 | 183.3 | 113.3 | 136.6 | 23.2 | |
| 240 | 12.3 | — | — | — | — | rigor beginning |
| 360 | 10.8 | 191.9 | 121.6 | 141.6 | 20.0 | |
| 600 | 8.5 | 178.3 | 125.0 | 131.6 | 6.3 | rigor |
| 1440 | —0.2 | 178.3 | 131.6 | 131.6 | 0 | softish |

Table. 2 Changes in muscle contraction in "Arai" and amount of ATP in the muscle during storage at 20°C.

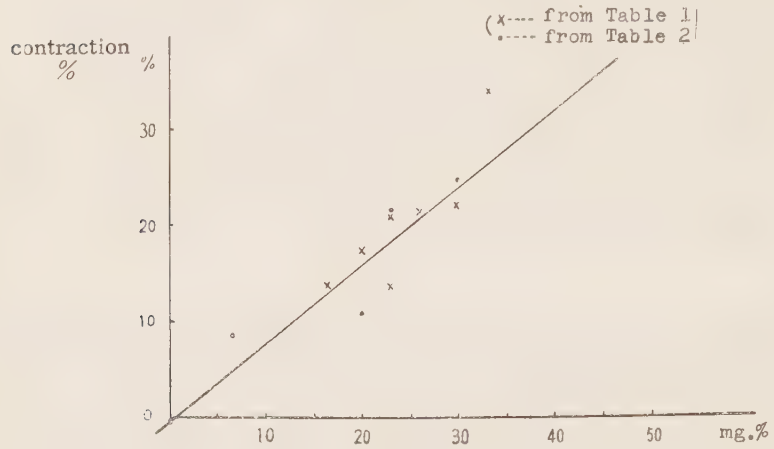



Fig. 3 A relation between the muscle contraction by "Arai" and the amount of A.T.P. in muscle.

## Ⅱ "洗い" による筋肉収縮とATPの消費

断頭死を行つたコイ肉を種々の濃度の塩類溶液で灌流した場合の "洗い" に依る筋肉の収縮度及び 0.1mol の $MgCl_2$, $CaCl_2$ 溶液中に6分間浸漬した場合に消費されたATP量を第3表及び第4表に示す。

| Concentration mol. / Time of perfusing, min. | Distilled water | $MgCl_2$ sol. | | | | | NaCl sol. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $10^0$ | $10^{-1}$ | $10^{-2}$ | $10^{-3}$ | $10^{-4}$ | $10^0$ | $10^{-1}$ | $10^{-2}$ | $10^{-3}$ | $10^{-4}$ |
| 1 | 6.0% | —% | 0% | 0% | 4.7% | 2.5% | 6.8% | 2.3% | 0% | 4.9% | 8.8% |
| 2 | 11.0 | — | 0 | 0 | 4.7 | 3.8 | 10.2 | 3.4 | 1.0 | 7.3 | 11.8 |
| 3 | 14.0 | — | 0 | 0 | 4.7 | 3.8 | 13.6 | 4.4 | 1.0 | 9.8 | 13.7 |
| 4 | 16.0 | — | 0 | 0 | 4.7 | 5.0 | 14.8 | 4.4 | 3.0 | 12.2 | 14.7 |
| 6 | 20.0 | — | 0 | 0 | 4.7 | 5.0 | 15.9 | 5.7 | 3.0 | 12.2 | 15.7 |
| 8 | 22.0 | — | | | | | | | | | |

| KCl sol. | | | | | $CaCl_2$ sol. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $10^0$ | $10^{-1}$ | $10^{-2}$ | $10^{-3}$ | $10^{-4}$ | $10^0$ | $10^{-1}$ | $10^{-2}$ | $10^{-3}$ | $10^{-4}$ |
| 6.5% | 1.2% | 3.3% | 3.2% | 7.4% | 6.5% | 22.2% | 16.7% | —% | 10.0% |
| 7.7 | 2.3 | 7.7 | 10.5 | 11.1 | 9.1 | 28.4 | 20.9 | — | 14.4 |
| 11.0 | 4.6 | 11.0 | 12.6 | 13.6 | 10.4 | 30.9 | 24.2 | — | 16.7 |
| 13.2 | 7.0 | 12.1 | 14.7 | 15.4 | 13.0 | 32.1 | 25.8 | — | 17.8 |
| 15.4 | 10.3 | 14.3 | 16.8 | 19.8 | 15.6 | 34.6 | 27.3 | — | 20.0 |
| 17.6 | 10.6 | 14.3 | 17.9 | 21.8 | | | | — | |

Table 3. Effect of some kinds of salts on "Arai" phenomenon (muscle contraction caused by perfusing water)

| | | Sample | $CaCl_2$ sol. | Distilled water | $MgCl_2$ sol. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Contraction % | — | 34.6% | 20.0% | 0 % |
| Muscle | Total-P. mg. % | 206.6 | 178.3 | 173.3 | 178.3 |
| | Inorganic-P mg. % | 105.0 | 120.0 | 90.0 | 81.6 |
| | 7 min.-P mg. % | 136.0 | 120.0 | 111.6 | 113.3 |
| | △7-P mg. % | 31.0 | 0.0 | 21.6 | 31.7 |
| Solution | Total-P. mg. % | — | 40.0 | 33.4 | 38.4 |
| | Inorganic-P mg. % | — | 11.7 | 20.7 | 11.7 |
| | 7 min.-P mg. % | — | 11.7 | 22.0 | 11.7 |
| | △7-P mg. % | — | 0.0 | 1.3 | 0.0 |
| Total | Total-P mg. % | 206.6 | 218.3 | 206.7 | 216.7 |
| | Inorganic-P mg. % | 105.0 | 131.7 | 110.7 | 93.3 |
| | 7 min.-P mg. % | 136.0 | 131.7 | 133.6 | 125.0 |
| | △7-P mg. % | 31.0 | 0.0 | 22.9 | 31.7 |
| | Decreased △7-P mg.% | — | 31.0 | 8.1 | −0.7 |

Table. 4　Muscle contraction in "Arai" and amount of decreased ATP of the muscles in 0.1 mol. solutions of $MgCl_2$ and $CaCl_2$ at 6 min.

即ち$MgCl_2$は筋肉の収縮を阻害するが$CaCl_2$溶液は之を促進する。KCl, NaCl溶液もまた阻害する。そしてこの場合0.1mol 附近の等張液附近が最も強い促進又は阻害を示し，より稀薄となる程蒸溜水に依る "洗い" の場合の収縮度に接近する。また収縮の場合に残存するＡＴＰの量は収縮の激しい場合程残存するＡＴＰの量が少なく，殆んど収縮しない 0.1mol の $MgCl_2$ 液の場合にはＡＴＰ量が消費されないが，最も強く収縮する $CaCl_2$ 液の場合には殆んど完全にＡＴＰが消費されている。

## 考　　察

即ち新鮮な筋肉を水又は塩溶液で灌流する場合筋肉は収縮するが，その場合の収縮度と筋肉内のＡＴＰ量を第1表及び第2表から plot すると第2図に示すようになり，明らかに直線的の関係を示して，筋肉の "洗い" に依る縮みは筋肉中に存在するＡＴＰ量と比例するように思われる。また筋肉の myosin のＡＴＰase 作用[5]に対して阻害作用を示すと云われる $MgCl_2$ 液では収縮を阻害し，促進作用を示すと云われる $CaCl_2$ 液の場合には急激に強く収縮を示すこと，或いは灌流後の筋肉中に残存するＡＴＰ量が，収縮を示さない $MgCl_2$ 液の場合には殆んど消費されておらず強く収縮する $CaCl_2$ 液の場合には殆んど完全に消費されておること等から，"洗い" の現象で見られる魚肉片の収縮は，筋肉内のATPの消費に依つて行われることは確であるように思われる。尚筋肉内のATPは漸次消費され，死後硬直完了時にはＡＴＰが完全に消滅することは既に Erdös[6], Bate-smith[2], 藤巻[7]等に依つて報告されているが，この研究に於ても確認され死後ＡＴＰの減少と共に "洗い" に依る収縮度も減少して，死後硬直完了時には共に零となる結果を示し，"洗い" に依る筋肉の短縮度から死後硬直時の鮮度判定が可能であることが期待されるようである。

更に死直後に於ける筋肉の各部位に於ける "洗い" に依る収縮度は筋肉の各部位に依つて差異があり，コイ肉に於ては背側筋の縮みが大きく，且つＡＴＰ量もこの部位に多量に存在している。この部位の筋肉は加福[8]も述べているように魚体の運動に於いて最も活躍する部分であることから当然であると思われるが他の魚類についても比較してみる必要がある。

尚血合肉部はＡＴＰ量は少ないが glycogen 量が多く，灌流時の短縮も持続的に長く継続するこのことは白筋が短時間の或いは早く繰返えす筋であるのに対して赤色筋は持続的運動に優れておる

と[8] 云うようなことからも筋生理学上極めて興味のある事と思われる。

## 摘　　要

(1) コイ肉を使用し，"洗い" の現象に依る筋肉の収縮度と筋肉内のＡＴＰ量，glycogen量，pH値等の関係を調査した。

(2) 筋肉ｐＨ値は中性に近い程，またＡＴＰ量が多い程 "洗い" に依る筋肉の収縮度が高い。

(3) 死後時間の経過と共にＡＴＰは減少するが "洗い" に依る筋肉の収縮度も減少し，死後硬直完了時には共に零となり，"洗い" に依る筋肉収縮度の測定から死後硬直時の鮮度判定の可能性が見られる。

(4) "洗い" に依る筋収縮は$MgCl_2$液で阻害され，$CaCl_2$液で促進される。この場合に消費されるＡＴＰ量は筋肉の縮みと一致すること等から "洗い" に依る筋肉の縮みはＡＴＰ等の消費を伴つて行われるものであろう。

## 文　　献

1) Cutting: Ann. Rept. Food Invest. 39～40, 1939.
2) Bate-Smith: J. Physiol. 106, 117～185, 1947.
3) 天野慶之: 冷凍鯨肉の解凍硬直現象に関する研究　プリント, 1952.
4) 斎藤正行: "光電比色計に依る臨床化学" 1954.
5) K. Bayley: "Advance in protein chemistry" 1, 209, 1944.
6) T. Erdos: Stud. Inst. Med. Chem. Univ. Szeged. 3, 51, 1943.
7) 藤巻正生: 日本水産学会誌 19, 4, 499～504, 1953.
8) 加福竹一郎: 魚類学雑誌 1, 2, 89～100, 1950.
9) D. M. Needham: Phys. Rev, 1928.

# *漁獲物の鮮度保持に関する研究（第2報）

## “洗い”の現象と魚類の游泳運動について

野口栄三郎・山本常治・佃　信夫

# Studies on the freshness of fish – (2)

## A relationship supposed between “Arai” phenomenon (Muscle contraction caused by perfusing water) and the swimming activity of fish

Eizaburo NOGUCHI, Joji YAMAMOTO and
Nobuo TSUKUDA

The value of pH, the amounts of ATP and glycogen and the contraction of muscles at various parts of fish body were studies in eleven species of fishes including carps, cat fishes, sea breams, mackereles, yellow tails, etc.

The contraction of muscle seems to have an intimate relation to the movements of fishes from the fact that the muscle in the part of body which acts an important role in the movement contracts remarkably.

In general, fishes with red pigments in their muscles are rich in glycogen and at the sametime in ATP. In these fishes the muscles of which show small contraction in “Arai”, glycolysis goes vigorously and pH value of muscle is apt to fall. On the contrary, the so-called white meat fishes such as carps and sea breams are poor in glycogen and slack in glycolysis and neutral in pH value, the muscle contractions of such fishes being, however, remarkably strong.

## 緒　　言

鮮度保持研究の一環として，死殺方法及びその後の取扱いが，鮮度保持特に死後硬直に及ぼす影響について研究中であるが，この場合の鮮度判定法として新鮮な魚肉に於いてのみ見られる“洗い”の現象が適用出来るか否かについて，その機構等について研究中，いわゆる“洗い”の現象に依る魚肉の縮みと魚類の游泳運動とには密接な関係[1]があり，この現象から魚類の游泳運動を推察することが出来るような興味のある事実がその後観察されたので，その結果を報告する。

---

* 日本水産学会生物資源分科会で発表（新潟・昭29. 8）

## 実　験　方　法

供試魚類はコイ以下11種の魚類で，水族館内の水槽中で，蓄養又は一夜休養後のものを使用した。各試料魚は水から取揚げた後直ちに断頭死を行い，魚体の各部位から鋭利な解剖鋏で試料を速やかに採集し，“洗い”に依る縮みの測定，筋肉 pH 値，glycogen 量，ＡＴＰ 量等の測定を行つた。これらの測定方法は何れも前報[1]と同様の方法に依つた。

## 結　果　及　び　考　察

水族館の水槽内に於ける各魚類の游泳運動の状態を観察した結果は第１表のようである。特に注目されることは従来体型上から一般に活潑な運動を行うと考えられているドヂザメは昼間は殆んど游泳せず，夜間に於いてもその游泳は極めて不活潑であり，また従来不活潑と考えられておつたフグ，ナマズ，ミシマオコゼ等も案外摂餌又は驚顎した時等には急激な運動を行うことであつた。また各魚類とも游泳に際しては，その活動する部位はそれぞれ異つており，異つた游泳運動を行つている。

Table 1　The swimming speed of fishes and the parts of body participating in movements.

| Species | Jap. name | In normal state participating | | When threatened participating | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Speed | Body part | Speed | Body part |
| Cyprinus carpio | Koi | Medial | Pectoral fin | Quick | Caudal fin |
| Parasilurus asotus | Namazu | Slow | The whole body | Quick | The whole body |
| Triacis scyllium | Dozizame | Slow | The whole body | Medial | The whole body |
| Sphoeroides rubripes | Mafugu | Slow | Dorsal and anal fins | Quick | Caudal fin |
| Uranoscopus japonicus | Mishimaokoze | Slow | Pectoral fin | Medial | The whole body |
| Sparus swinhonis | Kurodai | Medial | Pectoral and caudal fins | Quick | Caudal fin |
| Cleisthenes herzensteini | Sohachikarei | Slow | Dorsal and anal fins | Slow | Dorsal and anal fins |
| Scomber japonicus | Masaba | Quick | The latter half of body | Quick | The latter half of body |
| Pagrosomus major | Madai | Medial | Pectoral and caudal fins | Quick | Caudal fin |
| Seriola quinqueradiata | Buri | Quick | The latter half of body | Quick | The latter half of body |
| Cypsilurus agoo | Tobiuo | Medial | Caudal fin | Quick | Caudal fin |

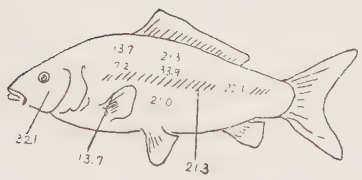
次に魚体の各部位に於ける“洗い”に依る縮みの量を見ると第１図に示す如くである。一般に体中央部の背側筋が最も良く収縮するが，魚類に依つて体の前半部の背側筋と後半部の背側筋では，その縮みの度合が異つている。即ち急速な運動を行う場合に，主として尾鰭又は体の後半部を使用するコイ，タイ類，トビウオ，サバ，ブリ，フグ等は体の前半部より後半部の背側筋が良く縮むが，胸鰭又は体全体を動かして運動するドヂザメ，ナマズ，ミシマオコゼ等は体の後半部の背側筋よりは前半部の背側筋の方が良く縮んでいる。また背鰭及び尻鰭をよく使用するマフグの場合は背鰭及び尻鰭条屈筋がよく縮む。一方ナマズ，トビウオ，サバの如く，游泳に際し胸鰭を余り使用しない魚類では胸鰭

挙筋或いは胸鰭挙筋と連絡のある腹側竜骨筋の“洗い”に依る縮みが小さいが，マダイ，クロダイ，ミシマオコゼのように胸鰭が良く発達し，特に良く胸鰭を使用する魚類では胸鰭挙筋及び之と連絡のある腹側竜骨筋の“洗い”に依る縮みが大である。

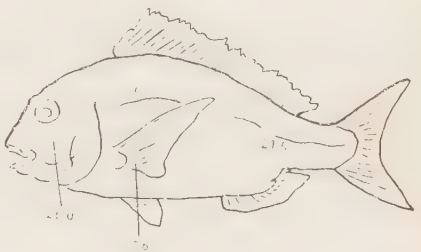
更に普通の魚類では体の中心部である背側筋が最も良く縮み，背側竜骨筋，背側竜骨上筋となる程その“洗い”に依る収縮度が小さくなるのが普通であるが，ソーハチガレイの如く体が扁平となり，背鰭及び腹鰭を使用して滑艇型の游泳を行うものは，これと全く逆となつて背側筋の縮みが最も小さく背側竜骨上筋の縮みが大となつている　また血合筋のような赤色筋は白色の筋肉に比較して一般に収縮度が小さいのであるが，コイ，タイの咬筋或いはフグの背鰭条屈筋等は赤色筋であるけれども比較的に良く縮んでいる。

即ち同一魚種に於いては外見上運動の激しい部位の筋肉程“洗い”に依る筋肉の収縮度は大きくなるような結果を示している。

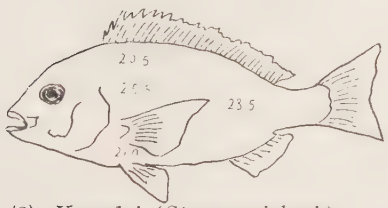
Fig. 1　Difference of muscle contraction by “Arai” phenomenon at various parts of body of fishes.



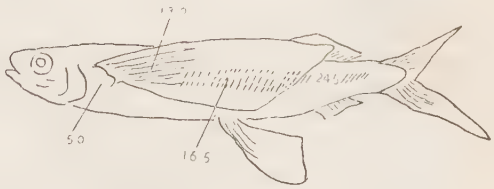
(1)　Koi (*Cyprinus carpio*)



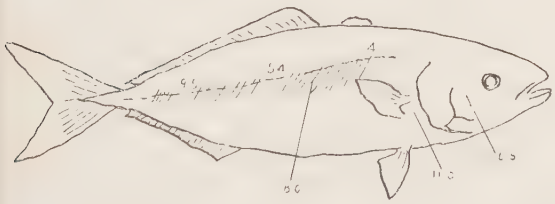
(2)　Madai (*Pagrosomus major*)



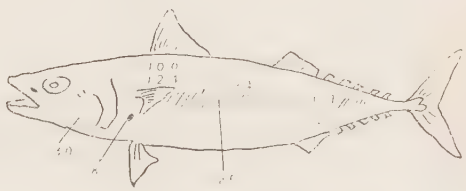
(3)　Kurodai (*Sparus swinhonis*)



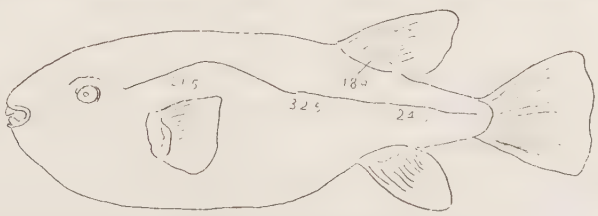
(4)　Tobiwuo (*Cypsilurus agoo*)



(5)　Buri (*Seriola quinqueraciata*)



(6)　Masaba (*Scomber japonicus*)



(7)　Mafugu (*Sphoeroides rvbripes*)

(8) Dozizame (*Triacis scyllium*)

(9) Namazu (*Parasilurus asotus*)

(10) Mishimaokoze (*Uranoscopus japonicus*)

(11) Sohachikarei (*Cleisthenes herzensteini*)

次に遡游性の赤色魚肉魚類であるブリ，サバ等の骨格筋は“洗い”に依る縮みが小さいが，一般に定着性魚類である白色魚肉魚類は良く縮む。しかし白身の魚類でも運動の鈍いカレイ，サメ等は小さく，コイ，タイ，フグ等は良く縮む。

次に“洗い”に依る縮みの量と筋肉内のＡＴＰ量との関係を見ると第２図に示すように零点を原点として大体直線的の関係を示し，“洗い”に依る縮みの量と筋肉内の adenyl polyphosphate の量とは極めて密接な関係があり，その相関係数は各魚種共 +0.8～0.9 以上を示している。

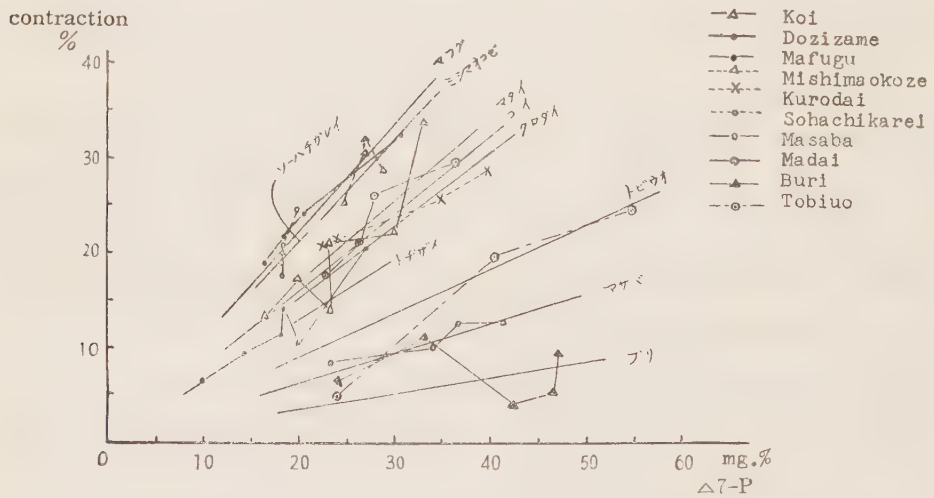



Fig. 2　A relation between the muscle contraction by “Arai” and the amount of A.T.P. in muscle of fishes.

そしてこの際注目されることはＡＴＰと“縮み”との関係が，魚種の遡游或いは游泳状態と密接な関係を示しておるように見えることである。即ち第２図から同一ＡＴＰ量に対する縮みの量は，ブリ＜サバ＜トビウオ＜ドヂザメ＜クロダイ＝コイ＝マダイ＜ミシマオコゼ＝マフグ＝ソーハチガレイの順で大となるが，遡游の大きさの順位であると考えられるブリ＞サバ＞トビウオ＞ドヂザメ＞クロダイ＝コイ＝マダイ＞ミシマオコゼ＝マフグ＝ソーハチガレイと全く反対の順序を示しておることで

あつて，体型が游泳に不適当な魚種程，少量のＡＴＰで大きな縮み方をすることが判明する

このことは体型上から想像して，洄游性魚類は極めて僅かの筋肉収縮に依つても急速な游泳を行うことが出来るが，白色魚肉魚類である定着性魚類はその体型が游泳に不適当な為に，常には静止しているが，急速な游泳を行う際には短時間であるが極めて激しい且つ強大な筋収縮を行わなければならず，その為にこのような白色魚肉魚類は多量のＡＰＴを行すると共に，少量のＡＴＰに依つてもその収縮度が高いことを必要とするのではないかと考えられる。1方洄游性の魚類は持続的な游泳運動を行う為に多量のＡＴＰを必要とするが，同時に絶えず消費されるＡＴＰを急速に補給する為には筋肉中に多量の glycogen を保有すると共に解糖作用も盛んであつて，その為に筋肉の pH 値の低下が予想され，筋肉の収縮度が小さくなるが，このことは上述したように体型に依つて之を補い，

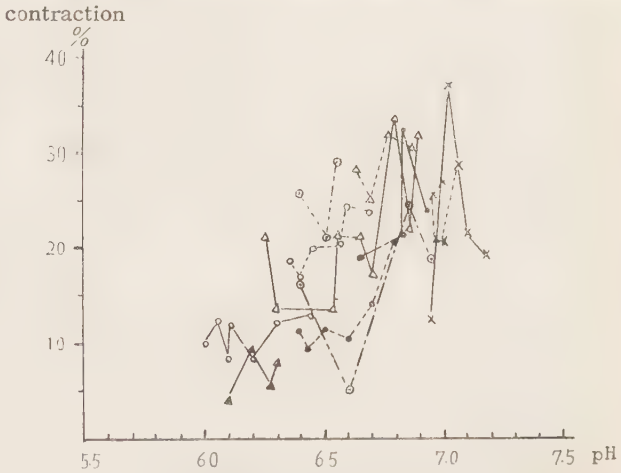



Fig. 3　A relation between the muscle contraction by "Arai" and the pH value of muscels.

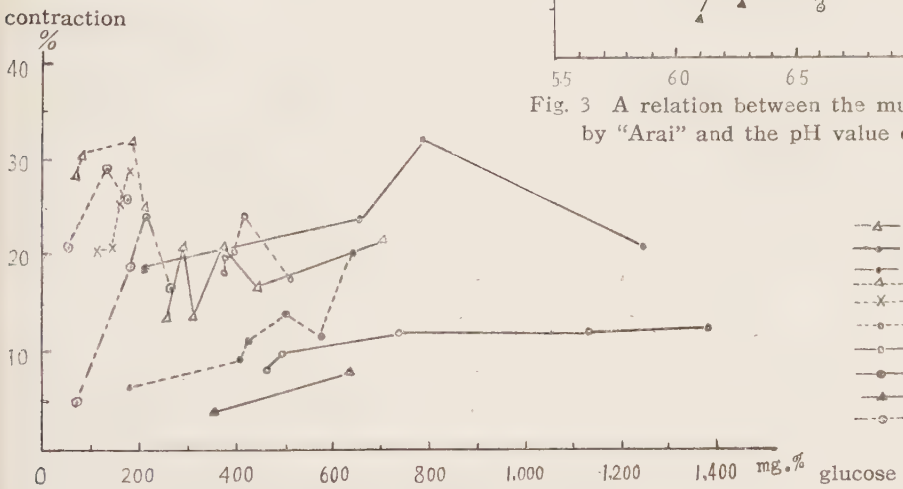



Fig. 4　A relation between the muscle contraction by "Arai" and the amountof glycogen in muscles.

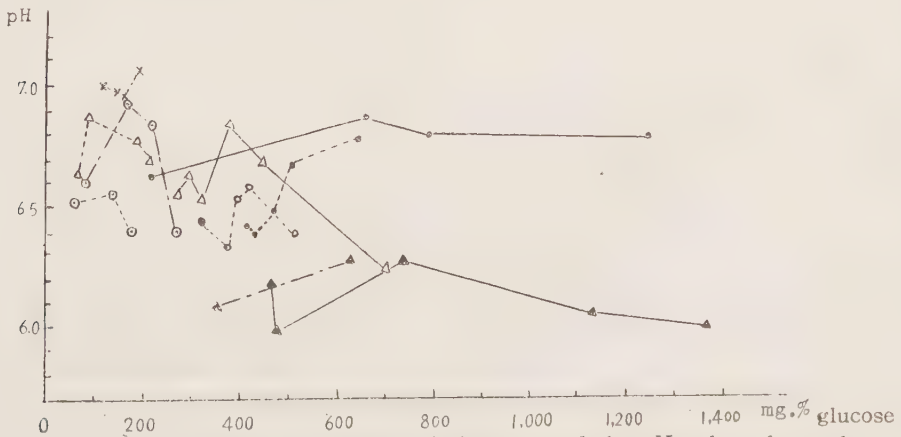



Fig. 5　A relation between the amount of glycogen and the pH value of muscle.

僅かの筋収縮に依つて急速な游泳が可能となつておるものと想像される。一方定着性の魚類は体型が游泳に不適当である為に，必要時には強大な筋収縮を行わねばならないが，その為には筋肉が中性であることが必要とされ，従つて解糖作用が盛んであることは不適当であるので，筋肉内の glycogen 量も少なく，解糖作用も盛んでないが，その結果は直ちにＡＴＰが消費されて持続的の運動が不可能であると云う結果となり，既に Needham[2] が述べている“赤色筋は持続的の運動に適するが白筋は短時間の且つ強大な収縮に適する筋である”と云うことと良く一致している。

第３図は筋肉 pH 値と“洗い”に依る縮みの量との関係を示すものであるが，明らかに筋肉 pH が中性に近い程良く収縮し，特に pH 値が 6.5 以下となると，その収縮度が小さい傾向を示している。勿論この場合の筋肉 pH 値は死後の筋肉 pH 値であつて，死殺時の影響があり，生活時の筋肉 pH 値はより中性に近いと思われるが，筋肉 pH 値が 6.5 以下となると急激に収縮度が低下している。第４図は glycogen 量と“洗い”に依る縮みとの関係であるが，同一魚体に於いては glycogen 量と縮みとの間には明瞭な関係は認められないが，魚種の差異を見ると明らかに glycogen 量の多い魚種程縮みの量が小さくなつている。このことは glycogen が筋肉収縮のエネルギー源であると考えられるＡＴＰ等と密接な関連ががあるので一見矛盾しておるように思われるが，しかし一般的に云つて，glycogen 量が多い場合には解糖作用も盛んで乳酸の生成も多く，従つて筋肉 pH 値の低下が予想され，第５図に示すように筋肉中の glycogen 量と pH 値とはフグを除いては逆の傾向にある。また第４図ではマフグのみが例外的に glycogen 量が多いのにかかわらず縮みの量も大きいが，第５図に於いてもマフグのみが glycogen 量が多いのに係わらず例外的にpH値が高い。即ちこのことは第３図からも明らかなように，glycogen 量が筋肉の縮みに及ぼす影響は直接的なものではなくて，筋肉の pH 値と云う解糖作用の結果に基く２次的影響を通じての影響であろうと考えられる。

即ちこのように魚種に依つて縮み方が異るのは，筋肉内の glycogen 量の差異に依るものではなくて，主として影響するものは筋肉内のＡＴＰ量と pH 値に依るものではないかと思われる。普通 myosin のＡＴＰ ase 等の至適 pH は 6.0 以上で 6.0以下となるとその作用が急速に阻害されると云われておる[3]ことからも，pH 値が中性に近いフグ，オコゼ，コイ等は良く縮み，pH 値が 6.0 に近いサバ，ブリ等の赤身の魚の収縮度が低いのも当然であるとも考えられる。一般に筋収縮のエネルギー源となるＴＡＰ等は glycogen から解糖作用に依つて補給され，glycogen はついには乳酸となるのであるが，赤色の骨格筋を持つたブリ，サバ等は常に持続的な游泳運動を行つて，大きな回游を行う為に解糖作用も盛んであるが，同時に体型も筋肉の僅かの縮みに依つても急速なスピードが出る様な体型となつている。しかしコイ，タイ，フグ，ミシマオコゼ等の定着性魚類は大きな回游を行わないし，その体型も游泳に適当でない。そこでこのような白色魚肉魚類はＡＴＰの分解に適するように，筋肉の pH 値が中性で glycogen 量が少なく，短時間の急速な運動に適するが，ＡＴＰは速に消失して直ちに補給されないので速かに疲労し持続的な運動に適しない。一方ブリ，サバ等はＡＴＰ，glycogen 量が多く，解糖作用が盛んで pH も酸性側にあるので，筋肉は急速な運動には適しないが，持続的な運動に適し，大きな回游をすることが出来る。しかもその運動の速度は体型が極めて游泳に適しておるので，僅かの筋肉の収縮に依つても急速な速度で游泳することが可能であることも想像される。勿論ＡＴＰ量や glycogen 量，筋肉 pH 値等は死殺方法，死殺前の栄養等で異るのみならず，死後短時間に変化し易いので，個体差に依る影響が大きいことも予想されるが，以上のようなことから魚類筋肉の“洗い”に依る縮みの測定により，魚種及び魚体の各部の運動量や性格等を推測することが出来ると共に，筋肉内の glycogen 量，pH，ＡＴＰ等の含有量に差異のあるのは，その魚種や魚体部位の筋肉の運動と密接な関係があり，筋肉の運動生理学的な原因に依つて，このような魚種或いは魚体各部位間の差異が生じたのではないかと想像される。

終りにこの実験の機会を与えられた日水研内橋所長及び鼠ケ関水族館長五十嵐伊左衛門氏に感謝の意を表す。

## 摘　　要

(1)　コイ以下11種の魚類の各部位に於ける筋肉の“洗い”に依る縮みの量，筋肉のpH値，ＡＴＰ量，glycogen 量等の調査を行つた。

(2)　この場合の筋肉の“縮み”量と観察に依る魚類の運動とは良く一致した関係があるようである。

(3)　“洗い”に依る筋肉の縮みの量と筋肉内のＡＴＰ量との間には直線的の関係があり，大きな回游を行う魚種（游泳に適当な魚型）程同一ＡＴＰ量に対する縮みの量は小さい。

(4)　縮みの量は筋肉pH値が中性となる程良く縮み，酸性となる程縮み方が小さい。

(5)　骨格筋中に glycogen の多い魚種と縮みの量とには逆の関係にあるが，これは glycogen 量に依る直接の原因ではなくて，glycogen の多い魚種は解糖作用も盛んでpH値が酸性となり易く，その結果縮み量も小さいのであると想像される。

(6)　赤身の魚類は一般にＡＴＰ量も多いが同時に glycogen 量も多く，解糖作用も盛んで筋肉pH値も酸性側に傾き易く，従つて“洗い”に依る縮みの量が小さい。一方白身の魚は glycogen 量が少なく，解糖作用も遅いのでpHが中性に維持され，従つて筋肉が良く収縮する。このことはこのような魚類の生活時の游泳運動の生理・生態と密接な関係があるものと思われる。

## 参　考　文　献

1)　本　　誌：第1報
2)　D. M. Needham：Phys. Rev 1928.
3)　K. Bailey：“Advance in protein chemistry” 1, 297, 1944.
H. M. Karckar：J. Biol. 143,299, 1943.
N. E. Sakov：Biochimia, 6, 163, 1941.

# *漁獲物の鮮度保持に関する研究 (第3報)

## 死後に於ける筋肉の pH, ATP, 遊離 SH 基等の変化

野口栄三郎・山本常治

# Studies on the freshness of fish - (3)

## Changes in the value of pH and the amounts of ATP and SH group in fish muscle after death

Eizaburo NOGUCHI and Joji YAMAMOTO

Post-mortem changes in the amounts of ATP, glycogen and free SH group as well as in pH value in muscles of mackerel (*Scomber japonicus*), red-snapper (*Pagrosomus major*) and, carp (*Cyprinus carpio*) were examined with reference to the muscle contraction caused by perfusing water. The results were shown in Tables 1 to 4.

No significant difference was noticed among these kinds of fishes in the mode of change for the above-mentioned compounds except glycogen; the rate of breakdown of glycogen was, however, found higher in the muscle of mackerel than in that of red-snapper. These compounds in fish muscle decreased very rapidly at 20°C. and reached their minimum values afer 9 hours of death where fishes seemed to enter full-rigor state.

After dissolution of rigor mortis, reincrease of the free SH group was observed in each fish muscle and the liberation of this group may be considered as a result of denaturation occurring in the muscle protein and to be in intimate relation to the relaxation of rigor.

It is commonly believed that the fish muscle rich in red pigments as like mackerel and sardine decays more rapidly than those of white meat fish such as carp or red-snapper. But little information has been available for the physical mechanism of this difference.

The difference in the changes of these compounds due to the kinds of fishes was not significantly observed, but the degree of agony and struggling of fish till quiet death appeared to give remarkable effects on the biochemical changes ensuing in its muscle.

Therefore, the greater part of the problem of the freshness of commercial fish will depend on whether the fishing method resorted to involves the struggling of fish or not at the time of catch.

---

* 日本水産学会誌 Vol.20, No.11, 1020～1026, 1954 "洗い" の現象に関する研究 (Ⅲ), (Ⅳ) 報を加筆訂正した

If fishes are killed on board in such a way as the amounts of ATP and glycogen and the value of pH may be maintained in high level, the rigor mortis will proceed similarly both in red and white meat fishes.

## 緒　　言

前報[1]で“洗い”の現象に於ける筋肉の縮みは魚種及び魚体部位で差異があり，その差異は主として魚類の游泳運動と関連し，筋肉内のＡＴＰ量やpH値と密接な関係が認められること，“洗い”及び死後硬直時にＡＴＰが減少するのは筋肉が収縮する際のエネルギー源として使用されているのではないかと報告した。しかしこのように筋肉が収縮する際にはＡＴＰが消費されると共に，Baely[2]等に依つて述べられている遊離のＳＨ基の消長も重要で，天野[3]も既に南氷洋産冷凍鯨肉の解凍硬直の際に遊離ＳＨ基が急速に減少することを報告している。そこで魚類の死後硬直時の変化に於いても，ＡＴＰ量やＳＨ基の変化は極めて重要な意義があると考えられるので数種の魚類につきこれらの死後変化の状況を観察したのでその結果を報告する。

## 実　　験

実験に供したタイ及びサバは定置網で漁獲したものを１夜水族館内の水槽に蓄養し，死殺後その背側筋を用いて試料とした　ＡＴＰ量，“洗い”に依る筋肉の収縮度，pH 値，glycogen 量の測定等は第１報の場合と同様の方法で行つた　遊離ＳＨ基の測定は森[4]等の行つた方法に準拠し，Ferricyanide 法を用い，光電比色計を使用してフエロシアン加里の標準液と比較し，そのミリモル数で示した。

## 結　　果

### （Ｉ）　pH 値の変化

魚肉の死後に於ける筋肉 pH 値の変化については陸上動物肉のように詳細な研究は少いが，普通生活時の筋肉 pH 値は 7.0 内外を示すものと考えられている　しかし天野[5]，川端[6]，山本[7]等が報告しているようにこれらの筋肉 pH 値は魚体の各部位で異るばかりではなく，死殺前の栄養，死殺時の苦悶運動等に依つても甚しい影響を受けることも明らかとされている。

著者等の測定した各魚類の部位別の筋肉 pH 値[1]も同様に魚種及び魚体部位に依つて可成り著るしい差異を示しているが，一般に遊游性の赤色魚肉魚類の筋肉 pH 値は低く，定着性の白色魚肉魚類は高く，glycogen の含有量とは反比例するような結果を得た。

死後に於ける筋肉 pH 値の変化を見る為に，断頭死を行つたマダイ，サバ，コイ及び空気中で苦悶後断頭死を行つたサバ（10分間空気中放置），コイ（30分間空気中放置）の背側筋を室温に放置した場合の筋肉 pH 値の変化を示すと第１表の様である。

即ち直殺区の場合には死直後の筋肉 pH 値には，魚種に依る甚しい差異が見られず 6.6～6.8 附近を示しているが，苦悶死の場合は既に天野[5]等が指摘しておるように急激に pH 値が低下し，コイの場合には 6.3を示し，特にサバではその影響が強く pH は 5.9を示している。ついで死後時間の経過と共に pH 値は低下し，“洗い”に依る筋肉収縮が零となり，肉眼的にも死後硬直が最大であると思

| Time elapsed, hour | | | 0 | 3 | 4 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 | 20 | 28 | 44 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mackerel (Scomber japonicus) | Head cut off immediately after catch | pH | 6.80 | 6.10 | – | 5.70 | – | 5.70 | – | – | 5.90 | 6.20 | 7.00 |
| | | muscle contraction by "Arai" % | 15.8 | 11.2 | – | 3.5 | – | 0.0 | – | – | 0.0 | – | – |
| | Head cut off after struggling | pH | 5.90 | 5.55 | – | 5.65 | – | 5.70 | – | – | 5.76 | 5.70 | 6.70 |
| | | muscle contraction by "Arai" % | 9.4 | 2.0 | – | 0.0 | – | 0.0 | – | – | – | – | – |
| Red-snapper (Pagrosomus major) | Head cut off immediately after catch | pH | 6.55 | 6.00 | – | 5.90 | – | 5.90 | – | – | 6.50 | – | – |
| | | muscle contraction by "Arai" % | 16.4 | 11.2 | – | 3.6 | – | 0.0 | – | – | – | – | – |
| Carp (Cyprinus carpio) | Head cut off immediately after catch | pH | 6.74 | – | 6.57 | – | 6.56 | – | 6.56 | 6.68 | – | – | – |
| | | muscle contraction by "Arai" % | 22.0 | – | 17.0 | – | 3.8 | – | 0.0 | – | – | – | – |
| | Head cut off after struggling | pH | 6.50 | – | 6.32 | – | 6.50 | – | – | 6.86 | – | – | – |
| | | muscle contraction by "Arai" % | 13.3 | – | 0.0 | – | – | – | – | – | – | – | – |

Table. 1　Changes in pH value of muscle during storage at room temperature (carp 30°C., mackerel and red-snapper 20°C.)

われる時にはpH値は最低値を示し，タイ，サバは共にpH 5.8附近を，コイは6.5を示した。その後タイ，サバの断頭死区では20時間後，苦悶死区のサバでは6時間頃から上昇を始め，コイは放置温度が高かつたのでそれぞれ10時間及び4時間頃からpH値は上昇を初め，この頃から肉眼的にも解硬現象が初まるように観察された。

（Ⅱ）glycogen 量の変化

天野[3]のソーダガツヲの研究に依れば，死直後の筋肉中の glycogen 量は延髄刺殺区が最も多く，断頭死区が之につぎ，苦悶死区が最も少い，且つ死後1時間半乃至2時間で glycogen の増加が認められ，glycogen の再成が行われるのではないかと報告されている。

マダイ，サバ，コイの実験結果は第2表のようで，死直後のものは同様に断頭死区の glycogen 量が多く．苦悶に依つて glycogen が甚しく消耗されることが示された。この場合死後に於ける glycogen の増加は見ることが出来なかつたが，唯断頭死区のタイ及びコイの場合に僅かに之を認めるような結果が見られてはいるが，このことは実験の場合，比較的高温度に放置され，且つ試料採取の時間の間隔が長い為にこのような現象が見出されなかつたのではないかとも思われる。

即ち表に依れば苦悶に依つてコイ，サバ共に 500mg %の glycogen 量がサバは約36%の 180mg %に，コイは67 %の 330mg %に低下し，また死後時間の経過と共に減少して死後硬直完了時には20～30mg %となつている。そして glycogen の減少はpHの低下と同様にタイよりはサバの方が早く，解糖作用はサバの方が遙に速やかであることが示されている。またコイの場合は高温に放置されたのにかかわらず glycogen の減少は比較的緩慢で従つてpH値も高く，解糖作用がサバ，タイに比較して可成り遅いことを示している。苦悶死の場合の glycogen の減少もサバは苦悶に依つて約35%に，コイは60%に減少し，死殺時に於ける苦悶の影響もサバの方がコイに比較して遙に大きいことを示しているようである。

| Time elapsed hour | | | 0 | 3 | 4 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mackerel (Scomber japonicus) | Head cut off immediately after catch | glucose mg. % | 510.0 | 305.0 | – | 148.0 | – | 16.8 | – | – | – |
| | | pH | 6.80 | 6.10 | – | 5.70 | – | 5.70 | – | – | 5.90 |
| | | muscle contraction by "Arai" % | 15.8 | 11.2 | – | 3.5 | – | 0.0 | – | – | – |
| | Head cut off after struggling | glucose mg. % | 186.0 | 28.4 | – | 34.0 | – | – | – | – | – |
| | | pH | 5.9 | 5.55 | – | 5.65 | – | 5.85 | – | – | 5.70 |
| | | muscle contraction by „Arai" % | 9.4 | 2.0 | – | 0.0 | – | – | – | – | – |
| Red-snapper (Pagrosomus major) | Head cut off immediately after catch | glucose mg. % | 206.6 | 214.4 | – | 33.4 | – | 33.4 | – | – | – |
| | | pH | 6.55 | 6.00 | – | 5.90 | – | 5.90 | – | – | 6.50 |
| | | muscle contraction by "Arai" % | 16.4 | 11.2 | – | 3.6 | – | 0.0 | – | – | – |
| Carp (Cyprinus carpio) | Head cut off immediately after catch | glucose mg. % | 490.0 | – | 560.0 | – | 288.0 | – | 120.0 | 112.0 | – |
| | | pH | 6.74 | – | 6.57 | – | 6.56 | – | 6.56 | 6.68 | – |
| | | muscle contraction by „Arai" % | 22.0 | – | 17.0 | – | 3.8 | – | 0.0 | – | – |
| | Head cut off after struggling | glucose mg. % | 330.0 | – | 60.0 | – | 34.0 | – | – | 34.0 | – |
| | | pH | 6.50 | – | 6.32 | – | 6.50 | – | – | 6.86 | – |
| | | muscle contraction by "Arai" % | 16.30 | – | 0.0 | – | – | – | – | – | – |

Table. 2　Changes in amount of glycogen in muscles during storage at room temperature (carp 30°C., mackerel and red-snapper 20°C.)

（Ⅲ）　ＡＴＰ量の変化

筋収縮のエネルギー源と考えられている △7P—P 等の adenyl polyphosphate 等が死後減少して死後硬直完了時に零となることは，既に Erdös[8], Bate—Smith[9] 等が之を明らかとし，また苦悶に依つて △7P—P 等が激しく減少することも既に藤巻[10]等が報告している。

サバ，タイ及びコイを使用して行つた実験結果も第３表に示すように全く同様な結果を示した。即ち苦悶に依つて死直後の △7P—P 量はサバの場合 41mg %のものが53%に相当する 22mg %に，コイの場合は36.7%のものが35%に相当する 13.3mg %に減少し，"洗い" に依る縮みの量も共に断頭死の約70%に相当する9.4%及び16.3%と著るしく減少している。そして死後硬直が完了し，"洗い" に依る縮みが零となり，pH 値が最低を示す時には同時に △7P—P 量も零となつている。

（Ⅳ）　遊離ＳＨ基数の変化

筋肉が収縮する際には △7P—P のような adenyl polyphosphate が消費されると共に，myosin が actomyosin になるものとすれば myosin の free ＳH基が封鎖されて遊離のＳＨ基が減少することが予想され，すでに天野[11]は南氷洋産冷凍鯨肉の解凍硬直に際して free のＳＨ基が減ずることを報告している。そこで魚類の死後硬直現象に際しても当然このような free のＳH基の消長が見られることが予想されたのでタイ，サバ，コイの背側筋についてＳＨ基の測定を行つた，結果は第４表に示す通りであつた。

| Time elapsed hour | | | 0 | 3 | 4 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 | 20 | 28 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mackerel (Scomber japonicus) | Head cut off immediately after catch | △7P—P mg. % | 41.7 | 28.3 | – | 11.4 | – | 0.0 | – | – | 0.0 | – |
| | | pH | 6.80 | 6.10 | – | 5.70 | – | 5.70 | – | – | 5.90 | 6.20 |
| | | muscle contraction by "Arai" % | 15.8 | 11.2 | – | 3.5 | – | 0.0 | – | – | 0.0 | – |
| | Head cut off after struggling | △7P—P mg. % | 22.0 | 8.3 | – | 0.0 | – | 0.0 | – | – | – | – |
| | | pH | 5.9 | 5.55 | – | 5.65 | – | 5.70 | – | – | 5.70 | 5.70 |
| | | muscle contraction by "Arai" % | 9.4 | 2.0 | – | 0.0 | – | 0.0 | – | – | – | – |
| Red-snapper (Pagrosomus major) | Head cut off immediately after catch | △7P—P mg. % | 41.3 | 25.0 | – | 8.4 | – | 0.0 | – | – | 0.0 | – |
| | | pH | 6.55 | 6.00 | – | 5.90 | – | 5.90 | – | – | 6.50 | – |
| | | muscle contraction by "Arai" % | 16.4 | 11.2 | – | 3.6 | – | 0.0 | – | – | 0.0 | – |
| Carp (Cyprinus carpio) | Head cut off immediately after catch | △7P—P mg. % | 36.7 | – | 20.4 | – | 4.2 | – | 0.0 | 0.0 | – | – |
| | | pH | 6.74 | – | 6.57 | – | 6.56 | – | 6.56 | 6.68 | – | – |
| | | muscle contraction by "Arai" % | 22.0 | – | 17.0 | – | 3.8 | – | 0.0 | 0.0 | – | – |
| | Head cut off after struggling | △7P—P mg. % | 13.3 | – | 0.0 | – | – | – | – | – | – | – |
| | | pH | 6.50 | – | 6.32 | – | 6.50 | – | – | 6.86 | – | – |
| | | muscle contraction by "Arai" % | 16.3 | – | 0.0 | – | – | – | – | – | – | – |

Table. 3 Changes in amount of △7P-P in muscles during storage at room temperature (carp 30°C., mackerel and red-sanpper20°C.)

Table. 4 Changes in amount of free SH group in muscles during storage at room temperature (carp 30°C., mackerel and red-sanpper 20°C.)

| Time elapse1 hour | | | 0 | 3 | 4 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 | 20 | 28 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mackerel (Scomber japonicus) | Head cut off immediately after catch | SH group m. mol. | 0.554 | 0.506 | – | 0.216 | – | 0.126 | – | – | 0.124 | 0.224 |
| | | △7P—P mg. % | 41.7 | 28.3 | – | 11.4 | – | 0.0 | – | – | 0.0 | – |
| | | muscle contraction by "Arai" % | 15.8 | 11.2 | – | 3.5 | – | 0.0 | – | – | 0.0 | – |
| | Head cut off after struggling | SH group m. mol. | 0.514 | 0.136 | – | 0.124 | – | 0.116 | – | – | 0.106 | 0.136 |
| | | △7P—P mg. % | 22.0 | 8.3 | – | 0.0 | – | 0.0 | – | – | – | – |
| | | muscle contraction by "Arai" % | 9.4 | 2.0 | – | 0.0 | – | 0.0 | – | – | – | – |
| Red-snapper (Pagrosomus major) | Head cut off immediately after catch | SH group m. mol. | 0.466 | 0.394 | – | 0.224 | – | 0.116 | – | – | 0.140 | 0.246 |
| | | △7P—P mg. % | 41.3 | 25.0 | – | 8.4 | – | 0.0 | – | – | 0.0 | – |
| | | muscle contraction by "Arai" % | 16.4 | 11.2 | – | 3.6 | – | 0.0 | – | – | 0.0 | |

| Time elapsed hour | | | 0 | 3 | 4 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 | 20 | 28 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Carp (Cyprinus carpio) | Head cut off immediately after catch | SH group m. mol. | 0.350 | – | 0.290 | – | 0.225 | – | 0.225 | 0.290 | – | – |
| | | △7P—P mg. % | 36.7 | – | 20.4 | – | 4.2 | – | 0 | 0.0 | – | – |
| | | muscle contraction by "Arai" % | 22.0 | – | 17.0 | – | 3.8 | – | 0 | 0.0 | – | – |
| | Head cut off after struggling | SH group m. mol. | 0.180 | – | 0.128 | – | 0.188 | – | – | 0.380 | – | – |
| | | △7P—P mg. % | 13.3 | – | 0.0 | – | – | – | – | – | – | – |
| | | muscle contraction by "Arai" % | 16.3 | – | 0.0 | – | – | – | – | – | – | – |

* free SH group indicated by m. mol. of Ferocyanide solution.

即ち死直後のこの方法で測定された free SH 基数は相当高く，サバ及びタイでは 0.46～0.55 ミリモル附近を示すが，死後硬直が進行すると共に急激に減少して硬直完了時には共に 0.1 ミリモル程度にまで低下している。続いて解硬が初まると見られる 20 時間附近から再び SH 基数は増加して，初期腐敗の段階と見られる 30 時間附近では 0.2 ミリモル程度にまで増加する。死殺方法に依る影響は glycogen，pH，△7P—P 程死殺時の苦悶に依る影響は見られないが，苦悶に依つて幾分の free SH 基の減少が見られている。コイの場合に於いても全く同様の結果を示した。

## 考　　察

死後硬直時及び "洗い" の現象に於いて，△7P—P が減少することは既に前述[1] した如くであるが，このような現象に於ける △7P—P の減少は筋肉収縮の際のエネルギー源として消費されるものと考えられる。勿論この場合には共に glycogen の減少も見られるので解糖作用が行われる結果 ATP 等の再合成を伴うものであろうことが予想されるが，しかし勿論これらの筋肉は死後であるので血流は既に停止されており，生活時とは異つて酸化現象が行われ難く，従つて無気的解糖作用が行われる為に分解の方が早く再合成が之に伴わないので，全般的に見れば ATP 等は一方的に減少して筋肉の収縮を進行させると思われる。しかし死直後に於いては筋肉の短縮も行われるが同時にまた再び伸長することもあり得ると考えられる。

第 3 表，4 表から △7P—P 量は死後急速に減少しているが，死直後の 3 時間に於ける "洗い" の現象に依る縮みや SH 基の減少はその後の 3 時間に比較すると緩慢である。このことは死直後に於いては或る程度 ATP 等の再合成が行われておるが，死直後のこのような筋肉の収縮及び伸長を繰り返えす為に再成量以上の ATP が消費されて ATP 量は急激に減少しているが，筋肉の SH 基数や "洗い" に依る縮みの減少量は小さいのではないかと考えられる。そして死後一定時間を経過すると ATP 等の再合成が困難となると共に筋肉は伸長することなく，一方的に急激に短縮に進むのであろうと思われる。

ATP 等の再合成を行う ATP ase, myokinase, 移動素等の至適 pH 値は 7.0 以上で，6.0 以下となればその作用が阻害され，一方 ATP 等から無機燐酸を作る mineralizing Enzyme は 6.0 附近でその作用が盛んである[9] と云われているが，pH 6.5 附近に低下すると急速に死後硬直が進行するように思われる。

タイ，サバ等は死後既に pH 値は 6.5 以下であるので急速に ATP 等も減少し，死後硬直も速やか

に進行するが，コイの場合には比較的pH値が高いので，放置温度が高いのにかかわらず △7P—P量の減少も小さく，死後硬直現象がタイ，サバ等に比較して徐々に進行し長時間を要したのではないかと思われる。そして上述したようにサバ，タイ及びコイで実験した結果では，縮み，pH値，glycogen量，△7P—P量及びSH基等の減少曲線や肉眼観察の結果から判断すると，死後硬直の進行に対する魚種の影響は小さくて，死殺時の苦悶，運動の影響が極めて大きく反映するように思われた。勿論死後に於ける解糖作用はpH値及びglycogen量の減少速度等から考えて，サバが最も早く，ついでタイ，コイの順を示し，この影響が死後のATPの減少，従つて筋肉の収縮度やSH基の減少等に影響し，死後硬直完了時間に影響を与えることも見られているが，死後の解糖作用の遅速と云うよりは却つて死殺時の激しい苦悶運動に依る影響の方が遙に強く反映するように見えた。

別の実験に於いても，一本釣りのサバを直ちに延髄刺殺すれば10～20°Cの気温で漁獲13時間後に於いても肉色は透明で，“洗い”に依る縮みやATP含有量も高く死後硬直中であつたのに対し，空気中に放置し苦悶に依つて死に到らしめたものは漁獲後9時間で既に解硬し，軟化して鮮食出来ず死殺方法の影響が顕著に認められたが，定置網で漁獲し漁獲前に激しい運動を行つたソーダガツヲに於ては延髄刺殺と自然死との間には余り顕著な差異が見られなかつた実例もあつて，死殺直前の苦悶，運動の影響は極めて大きいと考えられる。特にサバの場合はコイに比較して極めて短時間の苦悶であるのにpHの低下，glycogenの減少が甚しいのに拘わらずATP量の減少が小さいことは，苦悶時に於ける解糖作用が盛んで，glycogenが消費されると共にATPの再合成，補給も盛んに行われるが，コイの場合には解糖作用が遅く，従つてglycogenの減少，pHの低下も小さいが，ATPの再合成，補給量も少い為にATPの減少が大きいと考えると，このような赤色魚肉魚類の生活時の解糖作用は白色魚肉魚類に比較して旺盛であると云えるように思われる。

即ち一般にサバ，カツオのような浮游性の赤色魚肉の魚類は筋肉中にglycogenが多く，且つ解糖作用も盛んであり，然も漁獲の際には極めて活潑な激しい運動を行うので，ATP等は急速に消費補充されるが，死直後の筋肉pHは6.5以下に低下しておるのが普通で，従つてBate-Smith[9]が述べているようにATP等の再合成を行う酵素作用が阻害されて急速に死後硬直が進行完了されるのではないか。一方定着性の白色魚肉魚類は筋肉中のglycogen量も少く解糖作用も比較的遅いが，漁獲時の苦悶運動も小さく，従つてATP等も比較的維持され易く，特にpH値の低下も小さいので，死後に於いても或る程度のATP等の再合成も行われて無機燐酸への分解が遅れ，従つて死後硬直への移行，進行も比較的長時間を要するのではないかと想像される。

即ちこのような観点からすれば，サバ，カツオ，イワシのように，鮮度の低下し易い魚類も出来る限り漁獲時及び死殺時の苦悶運動を少くして，筋肉内のATP量やpH値を生活時の高い状態のままに保持したままで死殺すれば，従来比較的鮮度保持が可能であると云われておつたタイやコイ等の白色魚肉魚類と同等に或る期間筋肉の“生きの良さ”即ち死後硬直完了期間の延長も可能であると思われる。

死後に於ける筋肉中のSH基の消長については既に森り等が10数種の魚肉に付研究し，死後多くの魚肉のSH基数は0.1ミリモル附近に相当するが，時間の経過と共に増加して0.27ミリモル程度のFerocyanid溶液に相当するようになると初期腐敗と見なせると報告している。しかし天野[11]は死直後の魚類筋肉中には相当多量のSH基が存在し，死後急激に減少すると報告している。著者のこの実験に於いても，全く天野の場合と同様に死直後に於いてはSH基数は可成り高く0.45～0.55ミリモルに相当するが，時間の経過と共に急速に減少して，死後硬直完了時には0.1ミリモル台となり，解硬が始まると再び増加し始め0.25ミリモル附近では森等が観察した如く初期腐敗に達しておることが見られた。

森等の実験で初期にSH基数が0.1～0.2ミリモル附近にあるとの観察は，試料の死殺方法，死後経

過時間等の記載がないので不明であるが，恐らくは死後硬直期にある死後5～6時間経過のもの，若くは砕氷処理，水漬け，凍結等の処理を行つた魚体を使用して測定したのではないかと思われる。

即ち死後に於けるSH基数の減少は死後硬直に際して筋肉収縮の際 myosin から Actomyosin 形成の為にSH基が封鎖される為であり，解硬時及び腐敗時に再びSH基が増加するのは，解硬時に於いて蛋白の変性が行われると共に微生物，酵素等の作用に依つて蛋白が分解され，再びSH基が出現する為ではないかと思われる。

一般に魚肉蛋白の抽出窒素量が死後時間の経過と共に変化し，その過程中或る時間後にはその量が減少し魚肉蛋白が不溶性となる現象が見られるが，天野[12]はこの原因を，魚肉のpH値及び魚肉の塩類溶出量が時間の経過と共に変化するのでこの影響ではないかと考え，大竹[13]は沈澱蛋白量，粘度変化等から蛋白の構造的変化ではないかと考えた。更にこの現象は Deuticke, Weber, Mirsky 等の多くの研究者[14]に依つても研究され，死後硬直時の myosin 系蛋白の集合若くは凝固に依るらしいと述べられている。大竹は数種の魚肉につき20°C に放置の際，死後10～20時間で溶出窒素量が最少となり，20時間頃から再び増加し，また粘度と沈澱窒素量との関係も死後10時間を境として異るので分子形の大きさが異るのではないかと述べているが，大竹の研究は酸可溶性の抽出蛋白に依る変化であるので抽出時の変性と云うことも考えられるがその変化の傾向はこの実験に於けるSH基の増減と良く一致しているように思われる。また北林[15]が行つた死後に於けるヒラメの Actomyosin 量の変化の研究結果も，死後 Actomyosin は急激に増加して10時間後に最高に達し，後徐々に減少した結果を示しているが，これらの結果から死後に於ける魚肉の抽出窒素量の変化を見ると，死後時間が経過し，死後硬直が進行すると共に myosin は構造的変化を来して Actomyosin となり抽出窒素量が減少するが，解硬と共に Actomyosin は構造的変化を来してSH基が出現すると共に再び水に可溶性となり，抽出窒素量が増加するのではないかと考えられる。何れにしても死後に於ける △7P—P 量や free SH基の減少，"洗い" に依る縮みの減少等が死後硬直の進行状況を示すものであることは明らかなことのように思われる。

## 摘　　要

1) 死後に於ける筋肉の pH 値，glycogen 量，ATP量，遊離SH基数の変化を死殺方法を異にしたコイ，タイ，サバについて研究した。

2) これらの変化及び死後硬直の進行状況は，魚種の差と云うよりは死殺時に於ける苦悶の影響，即ち死殺時に於ける解糖作用の影響が強く反映するようである。

3) 死後の筋肉 pH 値，glycogen 量，△7P—P量，SH基数，"洗い" に依る縮みの量等は何れも死後硬直の進行と共に減少し，死後硬直完了時には最低値を示し，△7P—P 量，"洗い" に依る縮みは零を示し，pH 値及びSH基数は解硬と共に再び上昇する

4) 筋肉 pH 値が6.5以下を示すようになると急速に死後硬直が進行完了するので，死殺の際は苦悶運動を少くして出来る限り高 pH 値，高ATP量の状態で死殺することが肝要である。

5) 死後に於ける遊離SH基の消長は死後硬直と密接な関係があり，myosin 系蛋白の構造的変化に依るものではないかと考えた。

## 文　　献


1) 本　　誌：第1報～第2報
2) K. Bailey：Biochem. et Biophys. Acta., 1, 506, 1947.
3) 天野慶之（外3名）：南氷洋産鯨肉に関する研究報告（1950～51），水産庁，1952
4) 森高次郎・奏　満夫：日本水産学会誌，15, 407～411, 1949.
5) 天野慶之・尾藤方通・河端俊治：日本水産学会誌，19, 487～498, 1953.
6) 河端俊治（外3名）：日本水産学会誌，18, 124～132, 1952.
7) 山本　允・曾根原正典：日本水産学会誌，19, 761～765, 1953.
8) T. Erdös：Stud. Inst. Med. chem. Univ. szeged., 3, 51, 1943.
9) E. C. Bate-Smith：J. Physiol., 106, 177～185, 1947.
10) 藤巻正生・古城健三：日本水産学会誌，19, 499～504, 1953.
11) 天野慶之外：日本水産学会年会講演，1954.
12) 天野慶之：水産食品の鮮度判定の化学的研究，東海区水研．研究報告，1号，1950.
13) 大竹茂夫・山本常治：日本海区水研業績集，1号，169～174, 183～188, 1954.
14) K. Bailey：Aavance in protein chemistry, 1, 294～295, 1944.
15) 北林邦次：北水試月報，11(5), 40, 1954.

# *漁獲物の鮮度保持に関する研究（第4報）

## “洗い”の機構に関する考察

野口栄三郎・山本常治

# Studies on the freshness of fish - (4)

## A Hypothesis for the mechanism of “Arai” phenomenon (Muscle contraction caused by perfusing water)

Eizaburo NOGUCHI and Joji YAMAMOTO

The phenomenon of “Arai” (muscle contraction caused by perfusing water) cannot be considerd as caused simply by osmotic pressure or dehydration. It is assumably considered to be a variety of muscle contraction that is caused by the structural changes of protein molecule ensuing from the hydration of its activated redicals, the decomposition of ATP involving, in accordance with the dissociation or ionic exchange of K-ion which has been connected to the muscle protein due to the disturbance of ionic equilibrium, the disturbance itself being given rise to by the perfusing water.

## 緒　　言

新鮮な筋肉を蒸溜水等に浸漬した場合に起る自発的筋収縮即ち“洗い”の現象に関しては古くから観察されて，Herman（1879）以来多くの研究報告がなされている。この現象が単なる滲透圧現象によるものでないことは既に浅野[1]，柏原[2]等が報告しているが，その機構等は明らかでなく，名取[3]も単に“このような溶液中で起る筋肉の持続的短縮は myosin 系蛋白がＡＴＰの分解で短縮するものと考えると，その連鎖化学反応が中断されて解糖作用が行われない場合にはその弛緩が行われないで硬直に移行することは理解出来る”と述べている程度である。

生筋の収縮機構については Lohman, Meyerhof, Englhardt, Szent-Györgyi 等の多数の劃期的な研究が進められておるが未だ不明の点が多く，僅に筋肉収縮の本態は myosin 系蛋白とＡＴＰ等の高エネルギー燐酸化合物の相互作用によるものであり，myosin 系蛋白の構造的変化によることが確認されている程度である。

著者等は魚肉の鮮度判定方法として“洗い”の現象を利用する目的でこの研究を開始したのであるが，この“洗い”の機構に付き1，2の興味ある事実を見出したのでその結果を報告する。

---

* 日本水産学会，昭和30年度年会で発表（東京昭30. 4）

## 実　験　方　法

材料は断頭死を行つたコイの背側筋を使用した。"洗い" に依る筋肉の収縮度の測定は前法[1] と同様な装置を用い，灌流液の温度は 20° C とした。膨潤量の測定は約 5g の肉片を 25cc の溶液中に浸漬し，一定時間毎に取出して軽く表面に附着した水分を濾紙で拭き取り，重量の増加を%で示した。

## 結　　果

第1表は新鮮なコイ肉切片を種々の濃度の庶糖液で灌流したものであり，第1図はアルコールの種々の濃度で灌流したものであるが，非電解質である庶糖液の場合は濃度による影響が見られず，殆んど水の場合と変りなく収縮している。またアルコールの場合には50%以上の濃度では殆んど縮まないが，それより稀薄となる程良く縮んでいる。即ちこのことからも単なる滲透圧とか脱水等の現象によつて筋収縮が行われるものとは考えられない。第 2, 3 図は種々の濃度の塩類溶液で灌流したものであるが濃度やイオンの種類によつて異つた収縮を示している。このことから"洗い"による筋収縮は電解質のイオンによつて強く影響される事が先ず考えられる。そして多くの場合筋肉中の加里の量と同イオン濃度であると云われる 0.1M 附近で最も収縮度が小さく，それより稀薄又は濃厚となるほど収縮度は増加している。そして 0.1M より稀薄な場合には陽イオンの影響が強く出現し，0.1M より濃厚な場合には陰イオンの影響が強く表れている。このことは筋肉とイオン的2重層をなして結合していると考えられる $K^+$ イオンが，灌流液とのイオン強度の差異に依つて平衡を乱され，$K^+$ イオンの解離が行われるものと考えられるが，この際には当然 $K^+$ イオンとのイオン交換が行われ，蛋白に水和現象が行われるのではないかと想像される。事実 "洗い" に依る筋収縮が行われる場合には，水和に依る膨潤現象が肉眼的に観察されるので，異つた濃度の食塩溶液及び 1.0mol 濃度の KCl, $KNO_3$, KBr, KCNS, KI 等の溶液中にコイ肉片を浸漬した場合の膨潤量及び水分量を調査した。結果は第2表及び第4図，第5図に示す。

| | Distilled water | Concentration of cane suger sol. | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1.0 % | 5.0 % | 10.0 % | 20.0 % |
| No. 1 | 28.5 % | 27.0 % | 28.0 % | 26.0 % | 26.0 % |
| No. 2 | 25.0 % | 23.5 % | 24.0 % | 22.0 % | 23.0 % |

Table. 1　Effect of osmtic pressure on the contraction of muscle of carp caused by perfusing water for 20 min. at 20°C

| | Sample | Distilled water | 1.0 mol KI sol | 1.0 mol KCNS sol | 1.0 mol KBr sol | 1.0 mol $KNO_3$ sol | 1.0 mol KCl sol |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Contraction of muscle % | – | 22.63<br>23.91 | 0.77<br>0.00 | 2.90<br>2.50 | 5.54<br>6.33 | 5.67<br>6.38 | 8.75<br>8.45 |
| Water content % | 83.41 | 85.66 | 82.83 | 83.53 | 83.56 | 84.09 | 84.5 |
| 7P-P mg. % | 28.3 | – | 18.3 | 18.3 | 11.6 | 6.7 | 77.5 |

Table. 2　The contraction of muscle of carp caused by perfusing water for 15 min. at 20°C. and its water content

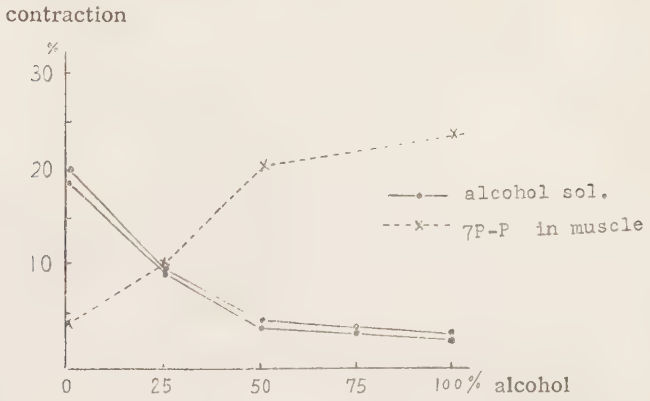



Fig. 1 Effect of dehydration on the contraction of muscle of carp caused by perfusing alcohol for 10 min. at 20°C.

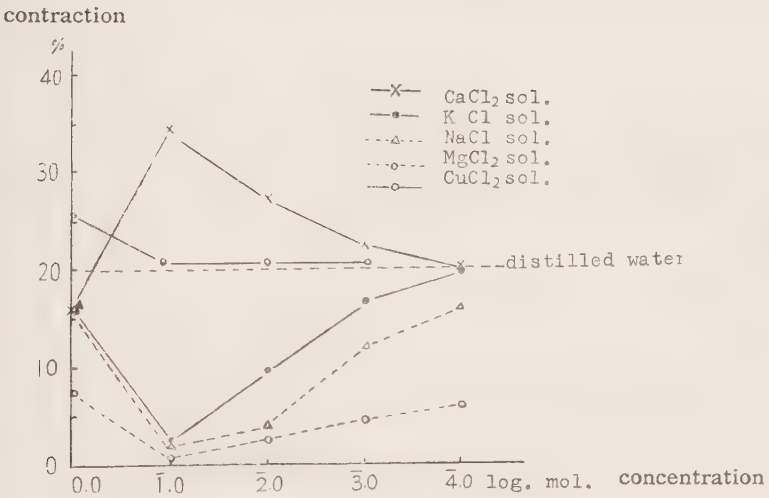



Fig. 2 Effect of kation on the contraction of muscle of carp caused by perfusing solution for 6 min. at 20°C.

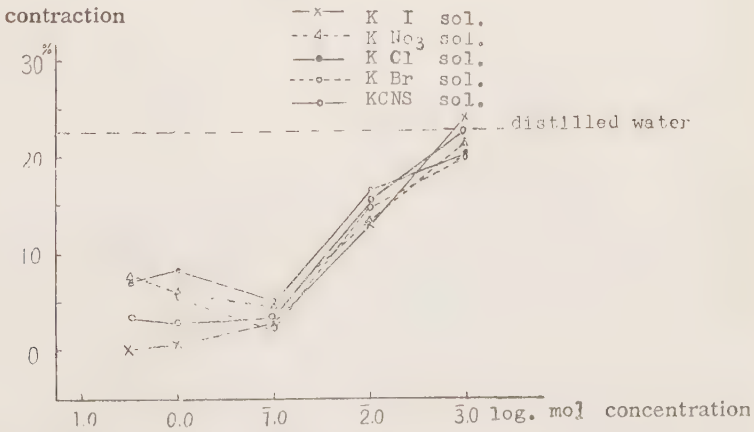



Fig. 3 Effect of anion on the contraction of muscle of carp caused by perfusing water for 10 min. at 20°C.

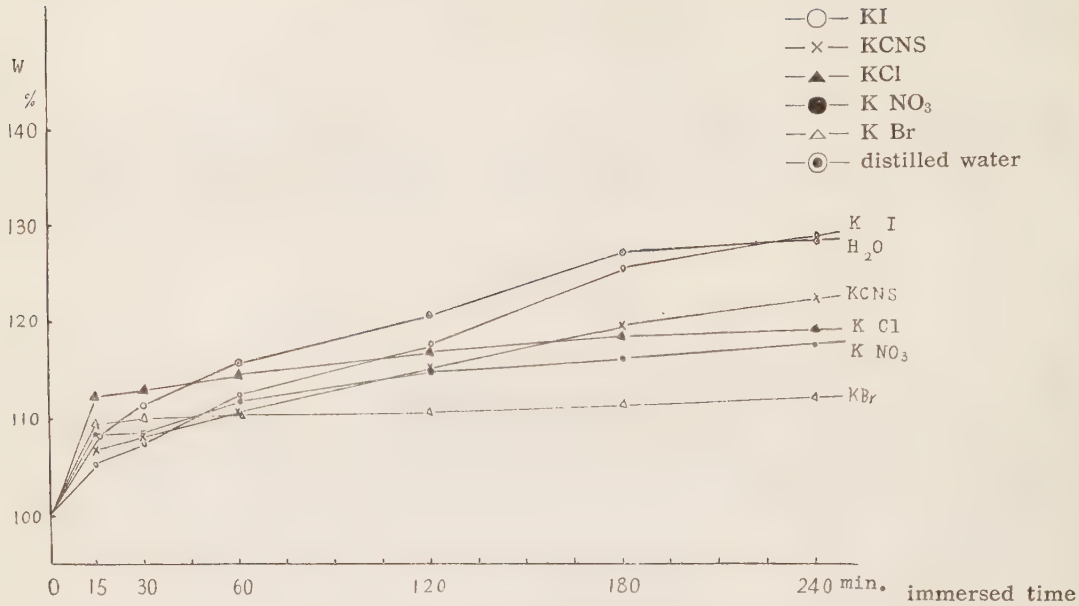



Fig. 4　Swelling of muscle of carp which decapitated immediately after catch in K-salt solutions at 15°C.

その結果は“洗い”に依る筋収縮が最も小さい 0.1mol 附近で最も吸水量が小さく，それより濃厚又は稀薄となる程水分量が増加して水和された形となつている。しかし 2.0mol の場合には可成り脱水されているが，この程度の高濃度となると塩析の影響が現われて脱水された形となるのではないかと思われる。

次に 1.0mol の各陰イオンに依る“洗い”に依る収縮度に及ぼす影響は Hoffmeister の逆の順列に似た $H_2O>Cl>NO_3>Br>CNS>I$ の順であるが，浸漬肉の水分量も $H_2O>Cl>NO_3>Br>CNS>I$ と全く同様な順位を示し，収縮度の高いもの程水和量も高い結果を示した。また収縮度の高いもの程 △7P—P の残存量も小さく，収縮に依つて △7P—P が消費されていることを示している。陰イオンに依るコイ肉の膨潤量を見ると第4図に示すように，普通“洗い”が完了すると思われる浸漬後30分前後を境としてその膨潤の順列が最初と全く逆転して Hoffmeister と同様の順列を示していること，死後硬直完了後の肉は初めから Hoffmeister と同様な順列を示していることは誠に興味がある。

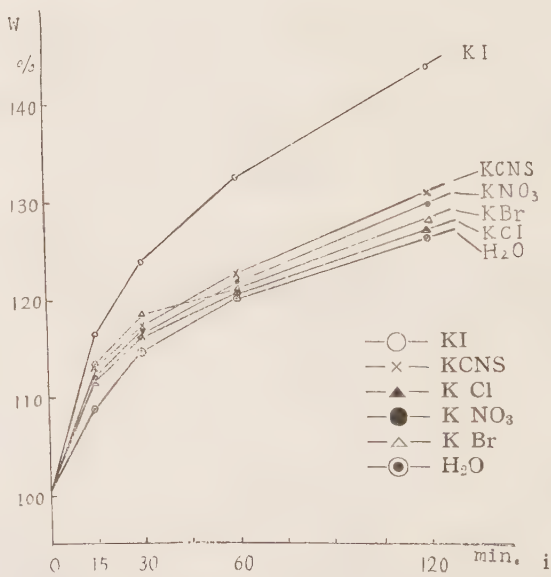



Fig. 5　Swelling of muscle of alaska pollack after dissolution of rigor mortis in K-salt solutions at 15°C.

## 考　　察

以上のような結果から“洗い”に依る筋収縮を次のように考察した。

(1) 蒸溜水の場合

筋肉中の加里が結合したKの形で存在するか，或は遊離した$K^+$の形で存在するかは未だ明らかにはされておらないが，Ernst, Fenn[5] 等の研究結果からは筋収縮時には遊離の$K^+$の増大が報告されており，特に F. Verzar[6] 等は筋収縮の機構を—COO 基と結合している$K^+$と—$NH_3$ 基に結合している$Po_4^-$が刺戟に依つて解離し，—COO 基と —$NH_3$ 基とは free となり，その引力に依つて蛋白の収縮が行われる可能性があるとさえ述べているので，Kが蛋白中の Carboxyl 基等の極性基とイオン的結合をなしておることは想像される。そこで筋肉中に存在する加里は筋肉蛋白中の Carboxyl 基のような極性基とイオン的に結合していると仮定すれば，筋肉片を水で灌流させた場合には Carboxyl 基と対立イオン層をなしている$K^+$イオンは水中に解離し，一方 Carboxyl 基には水分子が吸着して水和される。

$$R—COO^- \cdots K^+ \xrightarrow{H_2O} R—COO^{(H_2O)} + K^{+(H_2O)}$$

即ち$K^+$イオンの解離と共に蛋白は水和された形となることが想像される。そして事実この場合には蛋白の水和であるか否かは不明であるが，筋肉中の水分量は増加し，アルコールに依る脱水が行われるような場合には収縮は行われておらない（第1図）。斯してこのようなミオシン系蛋白から$K^+$イオンの解離が行われて蛋白が水和され，構造的変化を来すと共に，ATPの分解が伴つて初めて収縮が行われる。

(2) 0.1mol 濃度より稀薄な場合

灌流液のイオン強度が0.1$\mu$より低い場合，即ち筋肉中の Carboxyl 基とイオン的2重層をなして結合している$K^+$イオンの濃度より稀薄な場合には，筋肉と結合している$K^+$イオンと灌流液中の陽イオンとのイオン強度の差に依つて生ずるイオン雰囲気の攪乱に依つて，陽イオンの交換或いは$K^+$イオンの解離が行われ，このイオン強度の差が大であればある程解離される$K^+$の量及び水和される量も大で良く収縮するが，0.1mol KCl 又はNaCl 液となれば，灌流液中の$K^+$又は$Na^+$のイオン強度は，筋肉中の$K^+$イオンと平衡状態となる為に$K^+$イオンの交換排除が充分に行われず，従つて充分な収縮が行われ難くなると思われる。

一方 $CaCl_2$, $MgCl_2$ の如き溶液の場合には次の様なイオン交換が行われる。

$$Ca^{\cdot\cdot}\text{ の場合}\quad R—COO^-\cdots K^+ \xrightarrow{Ca^{\cdot\cdot}(H_2O)} R—COO^-\cdots Ca^{\cdot\cdot}(h_2o) + K^+(H_2O)$$

$$Mg^{\cdot\cdot}\text{ の場合}\quad R—COO^-\cdots K^+ \xrightarrow{Mg^{\cdot\cdot}(H_2O)} R—COO^-\cdots Mg^{\cdot\cdot}(h_2o) + K^+(H_2O)$$

そして$Ca^{\cdot\cdot}$が myosin と結合した場合[7]には myosin の ATP ase 作用が促進されるので ATPの分解が急速に行われ筋肉の短縮をを促進するが，$mg^{\cdot\cdot}$が myosin と結合した場合には myosin の ATP ase 作用が阻害されるので，ATP の分解が行われ難い為に筋肉も収縮し難いのではないかと考えられる。

(3) 0.1mol 濃度以上の場合

この場合は灌流液中の陽イオンの強度は筋肉と結合している$K^+$イオンより濃厚なので，直接の$K^+$イオンの交換解離は行われないので陽イオンの影響は余り示されない。しかしこの場合には灌流液中の陰イオンが$K^+$に静電的に吸着されて次のような変化を行うことが考えられる。

$$R\text{—}COO^- \cdots K^+ \xrightarrow{Cl^-(H_2O)} R\text{—}COO \cdots K^+Cl^-(H_2O)$$

即ち筋肉中の$K^+$イオンに陰イオンが強く吸着され，$K^+$イオンの平衡が乱れ，蛋白は水和されると共に一部の$K^+$イオンは遊離され，ATPの分解を伴つて収縮が行われる。

そしてこの場合の陰イオンの影響は陰イオンの水和量と密接な関係があり，筋肉の収縮度は Hoffmeister 順列と反対の$Cl' > NO_3' > Br' > CNS' > I'$の順を示し，水和量の小さい CNS′, I′ の場合には殆んど筋肉の収縮を示さず，またこの場合の筋肉中の吸水量も少かつた（第2表，第4図）。勿論この場合の影響としては中性塩類の影響特に CNS′ や I′ に依る蛋白の変性と云う影響も考えなければならない。

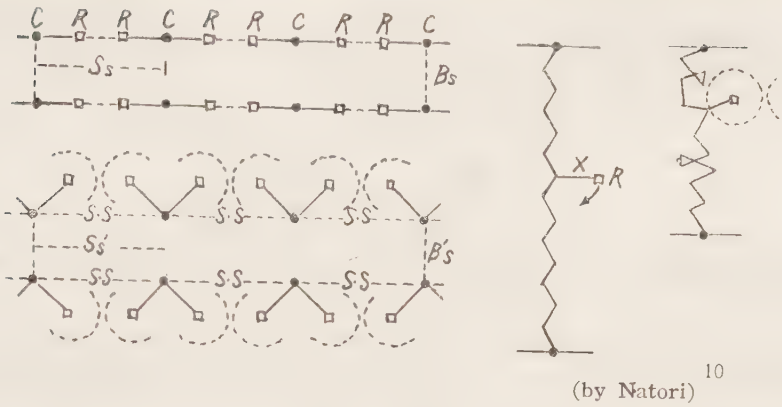
普通コロイドの水和に及ぼす陰イオンの影響は界面化学的吸着と静電気的吸着とが考えられ，一般に低濃度では静電気的吸着が行われるが 0.1mol 以上の高濃度となると界面化学的吸着が主として行われ，Hoffmeister 順列に従うと云われている。そして右田[9]等の魚肉の坐りに及ぼす陰イオンの影響に於ける研究に於いても同様な現象を認め，$Cl' < NO_3' < I' < CNS'$ の順で坐りが強く，これは蛋白分子に依つて界面化学的に吸着されたイオンの水和力に依つて肉蛋白が強く水和された為であろうと述べている。

しかし著者の実験結果では 1.0mol の濃度では Hoffmeister 順列とは全く反対の，主として静電気的吸着が行われると思われる順列を示して，従来のコロイドに対するイオン吸着，或は右田等の行つた研究結果とは全く反対の結果を示した。しかしこのことは第4図，第5図に示される通り，新鮮な筋肉を浸漬した場合には或る時間迄は Hoffmeister 順列と逆の順列であるが，或る時間が経過すると逆転して Hoffmesister 順列を示すようになる。そしてこの順列が逆転する浸漬後30分乃至1時間と云う時間は大体“洗い”に依る縮みが完了すると思われる時間であるが，このような時間から主として界面化学的な吸着が行われるようになること，或はまた死後硬直を完了した不鮮肉の場合には最初から界面化学的吸着を示すと思われる Hoffmeister 順列に従つていることは誠に興味がある。勿論単なるこのような水分量の増加，或は重量の増加から蛋白と陰イオンの吸着或は水和量を云々するのは誠に危険であるが，新鮮な筋肉では初めに主として電気化学的の吸着が行われ，引き続いて界面化学的吸着が行われるが，死後硬直完了後のような不鮮肉，又は“洗い”に依る筋肉収縮等が行われた後の筋肉では，初めから主として界面化学的吸着が行われるのではないかとも考えられる。そしてこのことはまた新鮮な筋肉では蛋白とイオン的に結合している$K^+$イオンと陰イオンとの間に静電的吸着が行われるが，死後硬直後の不鮮な筋肉又は“洗い”に依る収縮後の筋肉では，筋収縮に依つて既に蛋白から$K^+$イオンの解離が行われている為に，蛋白と結合している$K^+$イオンの量が極めて少く，その為に最初から蛋白と陰イオンの間には界面化学的吸着が主として行われるのではないかと云うことも想像される。

勿論これらのことに関しては更に他の実験を繰返えして確める必要があるが，著者等は以上のような実験結果から，“洗い”の現象に於ける機作としては，筋肉が蒸溜水又は塩類溶液中に浸漬されることに依つて，ミオシン系蛋白とイオン層をなして結合している$K^+$イオンの平衡が乱されて，$K^+$イオンの解離或はイオン交換が行われ，$K^+$イオンが遊離すると共にミオシン系蛋白に部分的水和が行われて，“洗い”に依る筋収縮の機作が初まると考えた。

この考え方は Szent-Györgyi[9] が筋短縮の本態的過程と考えている Actomyosin が適量の$K^+$及び$Mg^{++}$の存在下でATP添加に依る脱水過程を起し，縮むと云うこととは全く矛盾している。

しかし名取[10]はこのような脱水とは逆に一種の膨潤説を述べている。その考え方は第6図のように蛋白の鎖状分子には所々に—COO基，$—NH_3$基が存在していて，これらの部分に水，又は塩類共の




(by Natori) [10]

Fig. 6 Model of structural change of protein molecules at muscle contraction.

他の分子が雰囲気状に結びつくとその占める空間が問題となつて，空間の重なり合いを起さない為には鎖状分子束の外側に —COO 基が向きを変えなければならない。そして図のX部が外側に廻るような力が働き，側鎖が切れない限り鎖状分子は短縮すると共に太くなる anisodimentional な縮み方をすると云う考え方である。

この考え方は分子構造から見た短縮機構の仮説であるがこの考え方とは良く一致するように思われる。

次にこのような“洗い”に依る筋収縮を生ずる場合には，必ず筋肉内のＡＴＰ等の高エネルギー燐酸化合物の分解を伴い，“洗い”に依る筋収縮度に応じてATPが分解すること，或は筋肉内のATP量に比例して筋収縮が行われ，筋肉内のＡＴＰ量が零となつた際には“洗い”に依る筋収縮も亦生じないこと等[9]から，筋短縮の状態は energy minimum の状態で，筋肉を伸長させるのに energy を必要とするとと云う Szent Györgyi 等の考え方とは異つて，筋収縮時にはＡＴＰが分解されてその自由エネルギーが収縮蛋白質に供給される時にのみ起ると云う殿村[11]の考え方と同様に，“洗い”に依る筋短縮に際してもＡＴＰ等の高エネルギー燐酸化合物のエネルギーを消費して初めて短縮するものであろうと考えられる。また“洗い”の現象の際，筋肉の収縮に伴つて free ＳＨ基数が減少する事実[9]に関しては，free SH 基数の測定方法が異ることに依つてその数値も異るものでおつて，この数値が必ずしも free ＳＨ基数を示すものではなくて他の還元作用の影響をも示すので，この点に関しては尚多くの吟味を必要とするが，少く共この実験の結果は筋短縮に依つてミオシン系蛋白が構造的変化を来たして，free ＳＨ基が封鎖され減少するのではないかと予想され，死後硬直の進行と共にこのfree ＳＨ基数も亦減少することとも関連して極めて興味のある事実で今後の研究に俟たなければならない。

次に死後硬直に際しては，極めて徐々に長期間に亘つて進行する glycogen の減少が，“洗い”に際しては極めて急速に進行する事実についてはその原因或は機構等については之を確めることが出来なかつた。しかし恐らくは“洗い”の現象に於いては筋収縮が極めて急激に進行し，ＡＴＰの減少が急速に進行すると共に解糖作用は無機的に且つ流水中で急速に行われる為に，空気中に放置される死後硬直時とは異つて，生成された乳酸から glycogen への再成等も殆んど行われず，且つ生成された乳酸等は直ちに流出され，一方的に急速に減少する為であろうと想像される。

即ち以上のような諸事実から新鮮な筋肉に於いてのみ見られる“洗い”の現象は，このように筋肉を蒸溜水又は塩類溶液に浸漬することに依つて，ミオシン系蛋白の Carboxyl 基の如き側鎖等とイオンの形で結合している $K^+$ イオンの平衡状態が乱され，$K^+$ イオンの解離が行われると共に側鎖等

に水和或は他の塩類の結合が行われ，ついでＡＴＰ等の高エネルギー燐酸化合物の分解が行われて蛋白の構造的変化を来たし短縮するものであろうと想像した。

## 摘　　要

(1) 新鮮な筋肉を灌流した場合に生ずる筋肉の収縮，即ち“洗い”の現象に関する機構について一つの考察を行つた。

(2) “洗い”の現象は単なる浸透圧現象や脱水現象に依るものではなくて，灌流液のイオン強度やイオンの種類に依つてその影響が異り，また筋収縮が行われる場合には水分量の増加が見られ，ＡＴＰの消費が伴われることから次の様な一つの機構を考えた。

(3) 蛋白と結合している加里イオンが灌流液に依つてその平衡を乱され，加里イオンの解離又はイオン交換が行われると共に蛋白の活性基が水和され，ＡＴＰの分解を伴つて蛋白の構造的変化を来す一種の筋収縮であろう。

## 文　　献

1) 浅野達也：京都医学雑誌，15, 1916.
2) 柏原長弘：京都医学雑誌，17, 821～840, 1920.
3) 名取礼二：“筋生理学”，193, 1951.
4) 本　　誌：第1報～第4報
5) 名取礼二：“筋生理学” 122～124, 1951.
6) F. Hawrowitz：“Progress in Bicohmistry” 1951.
7) K. Bailey：“Advance in protein chemistry” 1. 279, 1944.
8) 右田正男・岡田稔：日本水産学会誌，18, 117～123, 159～170, 1952.
9) Szent Györgyi：“Chemistry of muscular constriction” 1947.
10) 名取礼二：“筋生理学”，181～182, 1951.
11) 殿村雄治・渡辺静雄：科学，(11) 567～573, 1953.

# *漁獲物の鮮度保持に関する研究（第5報）

## 死後硬直時に於ける鮮度判定法としての試み

野口栄三郎・山本常治

# Studies on the freshness of fish - (5)

## On a method for determination of freshness of fish by "Arai" phenomenon

Eizabro NOGUCHI and Joji YAMAMOTO

The freshness of fish during the rigor mortis period was studies by measureing the muscle contraction in "Arai" phenomenon.

Using several species and under some different ways of killing, the time lapse after death could be estimated within the range of one hour by the muscle contraction in "Arai". The nutritive condition before death and the degree of struggling at death could be, in addition, judged by the same method. The temperature coefficient $Q_{10}$ of the progress speed of rigor mortis is ca. 2.1 in the case of carp at the temperature range 0-30°C..

## 緒　　言

従来魚肉や鳥獣肉の鮮度判定法としてはアムモニヤの定量，或いはアミノ酸やアミン類の測定，昇汞沈澱反応，pH の変化の測定等極めて多数の提案があつて枚挙に暇が無い程であるが，しかしこのような鮮度判定法の大多数のものはこのような肉類の初期腐敗の検出を目的としたものであり，いわゆる筋肉の"生きの良さ"と云うか，初期腐敗以前の即ち死後硬直期間中の鮮度判定に適用出来るものは極めて少ない。

勿論死後硬直時の鮮度判定法としては弾力の変化を利用した田内式の鮮度計であるとか，或いは解糖作用の結果に基く乳酸，pH の変化，電気伝導度の変化等を見る方法も試みられているが，弾力測定の方法は死後に於ける筋肉の縮み方即ち比較的自由に縮むことが出来る切身や調理された魚の場合と，自由に縮み難い丸のままの魚体の場合では大きな差異があつて，切身のような場合には弾力の変化は小さくその判定が困難である。また乳酸量や pH 値の変化では，乳酸等の発生がなく共死後硬直が行われる事実，或いは死後に於ける解糖作用に依つてその増減があり一定の傾向を示さないので適当な方法とは云え難い。

先きに報告[1]したように死後硬直の進行状況を見ると，筋肉内の glycogen やＡＴＰは減少し，pH 値の低下，free のＳＨ基数の減少が見られ，死後硬直完了時には之等の数値は共に最低を示し，特に

＊ 日本水産学会，昭和30年度年会で発表（東京昭30. 4）

ATP量は既に Bate-Smith, Erdös 等が述べているように零を示すようになる。

一方“洗い”の現象に於いてもこのような解糖現象が急速に進行して，glycogen，ATP，free SH基数等が減少し，この場合の筋肉の収縮度と筋肉内のATP量との間には密接な関係を示し，筋肉内のATP量が零即ち死後硬直が完了している時には筋肉は“洗い”に依る縮みが行われない。即ちこの場合の“洗い”に依る筋肉の縮みと死後硬直時に於ける筋肉の縮みとは，その機構は異つているかも知れないが，死後数時間乃至数十時間に亙つて徐々に進行完了される死後硬直の現象即ち筋肉の死後の解糖収縮の現象を，“洗い”の現象に於いては数分乃至数十分間の短時間に完了するものではないかと思われる点があり，また筋肉の新らしさ，或いは生きの良さと云うものが筋収縮，或いはその他の生活現象のエネルギー源と現在考えられているATPの如き高エネルギー燐酸化合物と，之を再合成する解糖作用の状態に依つて示されるものとすれば，このようなATP量や解糖作用に依つて強く影響される“洗い”に依る筋肉の縮みからもその筋肉の新らしさを示すことも可能ではないか。特に筋肉内のATP量が零の時には“洗い”に依る縮みも零となるようなことから，この縮みの大きさに依つて筋肉の新らしさを測定することも可能であろうと考えた。

## 実験及び考察

実験方法としてはサバ，マダイ，クロダイ，ブリ，コイの5種について死殺方法を異にした7例について，20°C に放置した場合の“洗い”に依る縮みの量と，硬直完了までの時間との関係を見た。結果は第1図のようでコイの場合はサバ，タイ，ブリ等に比較して傾斜が緩く又死殺方法の影響も

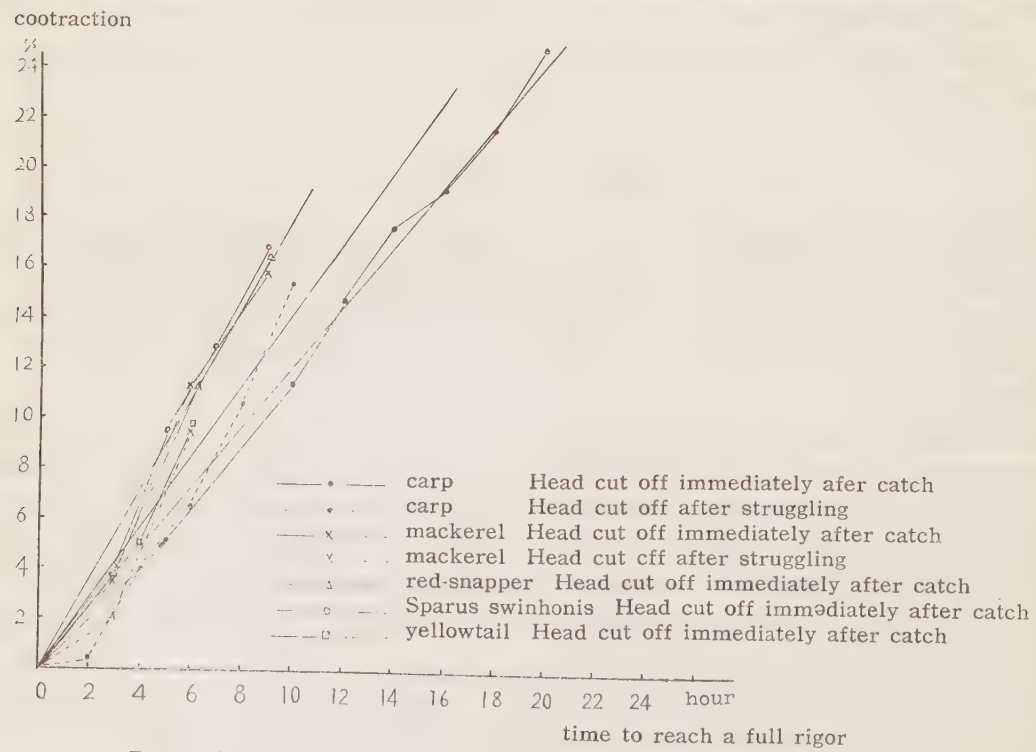



Fig. 1 A relation between the muscle contraction in "Arai" phenomenon and the time to reach a full rigor state. (20°C)

見られるが，これは死後に於ける解糖作用の相違の影響の為であると思われる．しかしいずれにしてもその縮みと硬直完了までの期間との間には密接な関係があり，またその関係は大体直線的であると見られるので縮みの量と完全硬直までの時間との関係は

コイの場合　$y=0.84x$
サバの場合　$y=0.57x$
} 全体としては $y=0.7x$

という式が導かれ，“洗い”に依る縮みにこのような係数を乗じた時間で死後硬直完了までの時間を示すことが出来るように思われた．勿論この場合の係数は魚種とか死殺方法等で異るのが当然であるが，この数値を当てはめた結果は第1表のようで，最大2.9時間，平均1時間以内の誤差でこれを予測することが可能のようである．次にこのような死後硬直現象は酵素化学的変化に依つて行われるも

Table. 1　The muscle contraction in “Arai” phenomenon and the time to reach a full rigor state.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Carp (*Cyprinus carpio*) | Head cut off immediately after catch | contraction % | 0 | 5.1 | 11.4 | 14.7 | 17.6 | 19.1 | 21.5 | 24.7 |
| | | time to full rigor (hour) | 0 | 5.0 | 10.0 | 12.0 | 14.0 | 16.0 | 18.0 | 20.0 |
| | | $y=0.84x$ (hour) | 0 | 4.3 | 9.6 | 12.3 | 14.8 | 16.0 | 18.1 | 20.7 |
| | | $(y)=0.70x$ (hour) | 0 | 3.6 | 8.0 | 10.3 | 12.3 | 13.4 | 15.1 | 17.3 |
| | | difference $\frac{y}{(y)}$ | 0<br>0 | − 0.7<br>− 1.5 | − 0.4<br>− 2.0 | + 0.3<br>− 1.7 | + 0.8<br>− 1.7 | 0<br>− 2.6 | + 0.1<br>− 2 9 | + 0.7<br>− 2.6 |
| | Head cut off after struggling | contraction % | 0 | 0.4 | 4.0 | 6.4 | 10.6 | 15.4 | | |
| | | time to full rigor (hour) | 0 | 2.0 | 4.0 | 6.0 | 8.0 | 10.0 | | |
| | | $y=0.84x$ (hour) | 0 | 0.3 | 3.4 | 5.4 | 8.9 | 12.9 | | |
| | | $(y)=0.70x$ (hour) | 0 | 0.3 | 2.8 | 4.5 | 7.4 | 10.8 | | |
| | | difference $\frac{y}{(y)}$ | 0<br>0 | − 1.7<br>− 1.7 | − 0.6<br>− 1.2 | − 0.6<br>− 1.5 | + 0.9<br>− 0.6 | + 2.9<br>+ 0.8 | | |
| mackerel (*Scomber japonicus*) | Head cut off immediately after catch | contraction % | 0 | 3.5 | 11.2 | 15.8 | | | | |
| | | time to full rigor (hour) | 0 | 3.0 | 6.0 | 9.0 | | | | |
| | | $y=0.57x$ (hour) | 0 | 2.0 | 6.4 | 9.0 | | | | |
| | | $(y)=0.70x$ (hour) | 0 | 2.5 | 7.8 | 11.1 | | | | |
| | | difference $\frac{y}{(y)}$ | 0<br>0 | − 1.0<br>− 0.5 | + 0.4<br>+ 1.8 | 0<br>+ 2.1 | | | | |
| | Head cut off after struggling | contraction % | 0 | 2.0 | 9.4 | | | | | |
| | | time to full rigor (hour) | 0 | 3.0 | 6.0 | | | | | |
| | | $y=0.57x$ (hour) | 0 | 1.1 | 5.4 | | | | | |
| | | $(y)=0.70x$ (hour) | 0 | 1.4 | 6.6 | | | | | |
| | | difference $\frac{y}{(y)}$ | 0<br>0 | − 1.9<br>− 1.6 | − 0.6<br>+ 0.6 | | | | | |
| red-snapper (*Pagrosomus-major*) | Head cut off immediately after catch | contraction % | 0 | 3.6 | 11.2 | 16.4 | | | | |
| | | time to full rigor (hour) | 0 | 3.0 | 6.0 | 9.0 | | | | |
| | | $y=0.57x$ (hour) | 0 | 2.1 | 6.4 | 9.3 | | | | |
| | | $(y)=0.70x$ (hour) | 0 | 2.5 | 7.8 | 11.5 | | | | |
| | | difference $\frac{y}{(y)}$ | 0<br>0 | − 0.9<br>− 0.5 | + 0.4<br>+ 1.8 | + 0.3<br>+ 2.5 | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| "Kurodai" (*Sparus swinhonis*) | Head cut off immediately after catch | contractjon % | 0 | 4.0 | 9.5 | 12.8 | 16.8 | |
| | | time to full rigor (hour) | 0 | 3.0 | 5.0 | 7.0 | 9.0 | |
| | | $y=0.57x$ (hour) | 0 | 2.3 | 5.4 | 7.3 | 9.6 | |
| | | $(y)=0.70x$ (hour) | 0 | 2.8 | 6.7 | 9.0 | 11.8 | |
| | | difference $y$ | 0 | − 0.7 | + 0.4 | + 0.3 | + 0.6 | |
| | | difference $(y)$ | 0 | − 0.2 | + 1.7 | + 2.0 | + 2.8 | |
| Yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) | Head cut off immediately after catch | coutraction % | 0 | 5.0 | 9.5 | | | |
| | | time to full rigor (hour) | 0 | 4.0 | 6 0 | | | |
| | | $y=0.57x$ (hour) | 0 | 2.5 | 5.4 | | | |
| | | $(y)=0.70$x (hour) | 0 | 3.5 | 6.7 | | | |
| | | difference $y$ | 0 | − 1.1 | − 0.6 | | | |
| | | difference $(y)$ | 0 | − 0.5 | + 0.7 | | | |

のであつて，放置温度が極めて重大な影響を与える，そこで断頭死を行つたコイを 30°C，20°C，0°C の温度に放置した場合の "洗い" に依る縮み，△7P—P 量，SH 基等の変化を調査した。この場合の "洗い" に依る縮みと完全硬直までの時間即ち △7P—P や縮みが零となるまでの時間との関係は第2図に示すようであつて，この図から速度恒数を求めると

30°C の場合　　K=2.50
20°C の場合　　K=1.21
0°C の場合　　K=0.28

となり，温度係数 $Q_{10}=2.07$ を示した。即ち死後硬直の進行は 0～30°C の範囲では温度 10°C 上昇毎に約 2.1倍の速度で進行するようである。

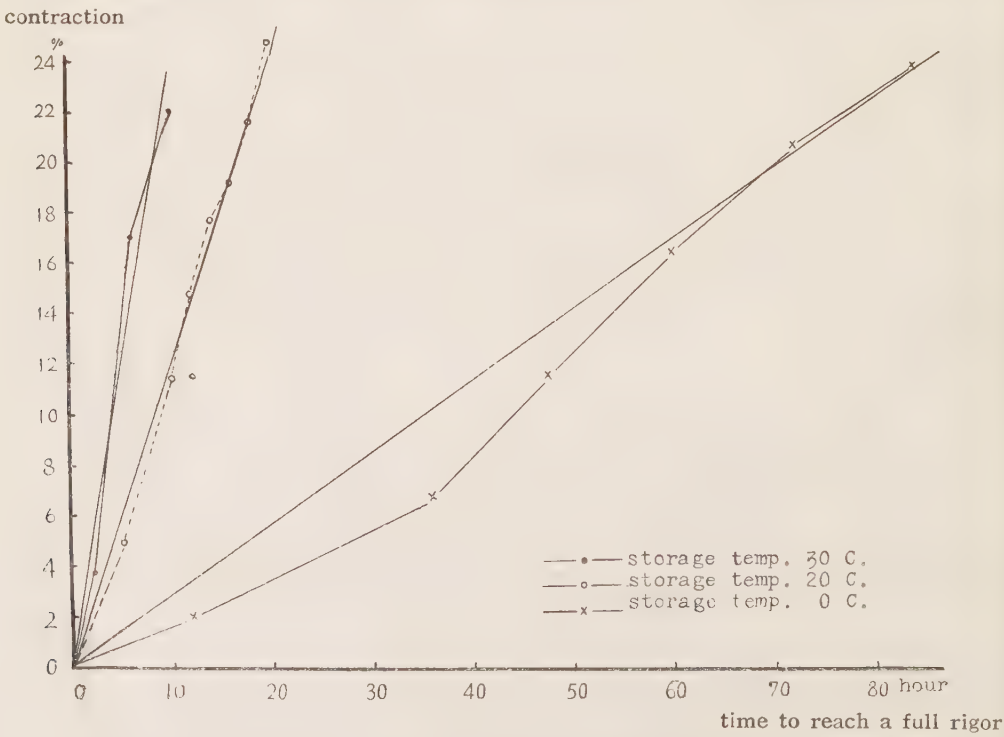



Fig. 2　A relation between the contraction of muscle of carp in "Arai" and the time to reach a full rigor state at various temperatures.

そこで例えばコイの場合，筋肉の“洗い”に依る縮みが10%であるとすれば，死後硬直完了までの時間は20°Cの場合は0.84倍して8.4時間後には完了し，10°Cの場合にはこれを更に2.1倍して約17.6時間で完了することが予測される。またこのコイが温度20°Cで死後5時間経過のものであるとすれば，死直後の筋肉の縮みは約16%となり，正常のコイの背側筋では20～30%の縮みが普通であるので，死殺時に苦悶させたものか，或いは栄養状態等が悪かつたのではないかと云うようなことも予想される。勿論この場合の係数については実験例が少く，試料が少ないのですべての魚種や，あらゆる場合を満足させるか否かは疑問であり，今後数多くの実験を重ねて適当な数値を見出さなければならないが，少なく共従来このような魚肉の死殺方法とか或いは死後硬直完了時間の予測等は長年の経験に依つてのみ初めて予測されたものであつたが，この方法を用いることに依つて，何人にも容易に科学的に且つ定量的に之を取扱うことが可能となつたと考える。勿論この方法の欠点とする所は硬直完了後の鮮度判定が困難であること，或いは筋繊維の方向に依つて縮みが異るので，試料の切片調製に或る程度の技術を要すること，魚体部位或いは魚種に依つて差異のあること等の多くの欠点があるが，硬直後の鮮度判定には例えば free SH 基数の測定等[1]を併用することで解決出来，また試料調製については大型魚であれば比較的筋繊維の長い咬筋，または鰭筋等を使用すれば良いのではないかと考えられるが，この実験では背側筋を使用した。

またこの実験では普通の硬骨魚と異つたサメ等の軟骨魚類，イカ，タコ等の軟体動物についての実験は行えなかつたが，恐らく適用することも可能であると考えられるが，今後更にこの点について多くの実験例を繰返えす必要がある。

## 摘　　要

(1) 死後硬直期間中の鮮度即ち“生きの良さ”の程度を測定する方法として“洗い”に依る筋肉の縮みの測定法を研究した。

(2) “洗い”に依る筋肉の縮みは筋肉中のATP量やpH値に強く影響され，死後硬直完了時には零を示すが，コイ，サバ等の数種の魚種につき死殺方法を異にした実験例で死後硬直完了までの時間等を予測することが出来た。

(3) 生きの良さを死後硬直完了までの時間で示すとすれば“縮み”の量に或る係数例えば20°Cではコイの場合0.84，サバの場合0.57を乗ずれば可成りの精度（普通1時間以内の範囲）で予測することが出来た。更にこの式から死殺時の筋肉の縮み量が算出出来るので，死殺時の苦悶の状況等も推察することが出来る。

(4) 死後硬直の進行速度は0°C～30°Cの範囲では温度10°C毎に約2.1倍の速度で早くなる。

## 文　　献

本　　誌：第3報

# 煉製品の保藏に関する研究（第11報）

## 煉製品の加熱調査

野口栄三郎・佃　信夫

# Studies on the preservation of fish cake - (11)

## A survey on the heat treatment in fish cake manufacturing factories

Eizabro Noguchi and Nobuo Tsukuda

A survey has been made on the heating procedures adopted in the fish cake manufacturing factories at Niigata.

In the aforenamed factories, much the higher temperature is kept while fish cakes are manufactured than in the factories in Odawara district, the pacific side of Honshu. This heat treatment is regarded pleasing from the hygienic point of view.

## 緒　　言

先きに報告[1]したように無糖蒲鉾に於いては，包装に依つて2次汚染を防止し，更にソラスキンを混入し，製造工程中に残存する細菌の発育を抑制することに依つて，保藏期間を或る程度延長させることが可能であることを明らかとしたが，2次汚染を完全に防止し得たとしても，製品中に残存する細菌が多い場合には内部から腐敗が開始されて，その効果が期待出来ないことは当然である。特に内山[2]が指摘しておるように，含糖蒲鉾に於いては，包装に依り嫌気性となる為に嫌気性で良く発育するStreptococcus, Leuconostoc等の球菌に依つて醗酵を行い，酸敗を強める可能性があり，またこれらの球菌類に対してはソラスキンの効果も少ないので，充分にその効果を期待することは困難と思われた。そこで1次汚染に依る細菌数を極力小さくすることが必要であるが，この為には煉製品の製造工程中に於ける加熱工程が極めて重要な意義を有することとなる。

煉製品の加熱工程は製品の品質に極めて重大な影響を与える僅りでなく，このように保藏上からも極めて重要な意義を有するものであるが，従来蒲鉾類の加熱に関する研究は極めて少なく，僅かに清水[3]等の報告が見られる程度である。しかし最近天野[4]等は各地の煉製品の温度上昇様式を調査すると共に澱粉の糊化温度等についても報告し，また河端及び高瀬[5]は汚染及び中毒菌の加熱致死温度についてもその研究結果を発表し，煉製品の中心温度が大体70°C以上であれば良好で，厚生省から指示されている「煉製品の製造取扱いに関する衛生上の指導基準」に述べられた中心温度73°C以上と云う規定はほぼ妥当であつたと報告している。

そこで新潟市内に於ける各業者の加熱状況を調査したのでその結果を報告する。

## (1) 調　査　方　法

煉製品の温度上昇様式は天野り等が行つたと同様に熱電対を用いて製品の中心部の温度を実測した　試料は業者が日常市販品として製造しておるものについて行つた　新潟地区の製品は一般に原料魚肉はスケソータラで澱粉は馬鈴薯澱粉を10～20%使用し，砂糖を使用している。

## (2) 結　果　及　び　考　察

新潟市内14ケ工場の内6ケ工場の製品についての結果を表示すれば第1表の通りで，温度上昇の1例を示せば第1図及び第2図の通りであつた。

| Number of sample | Varieties of fish-cake | Size of sample | Temperature of cooking | Initial temp. of sample | Time of cooking | Temp. of core when cooking stopped | Maximum temp. of core | Time required to reach maximum temp. | Time continued for keeping over 70°C at the core | Date and factory |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Kamaboko | 560 g | | 22.0°C | 57 min | 84.5°C | 85.0°C | 60 min (3) | 42.5min | 29. 9.27 A |
| 2 | 〃 | 560 | | 22.0 | 57 | 82.0 | 82.7 | 61 (4) | 41.0 | 29. 9.27 A |
| 3 | 〃 | 560 | 94°C±3°C | 19.5 | 44 | 74.0 | 79.1 | 52 (8) | 25.5 | 29. 9.30 B |
| 4 | 〃 | 375 | 〃 | 18.3 | 32.5 | 68.0 | 73.0 | 37 (4.5) | 9.0 | 29. 9.30 B |
| 5 | 〃 | 375 | 〃 | 17.0 | 38.5 | 74.0 | 75.3 | 43 (4.5) | 14.0 | 29.10. 4 C |
| 6 | 〃 | 375 | 〃 | 17.6 | 38.5 | 74.5 | 76.8 | 42.5 (4) | 14.5 | 29.10. 4 C |
| 7 | Shinoda-maki | 240 | 96C°±3°C | 23.0 | 32.0 | 94.5 | 94.5 | 32.0 | 36.0 | 29.10. 5 D |
| 8 | 〃 | 240 | 〃 | 22.7 | 32.0 | 91.5 | 93.0 | 37.5 (5.5) | 35.0 | 29.10. 5 D |
| 9 | Uzumaki Kamaboko | 650 | 87°C±4°C | 14.0 | 61.5 | 83.4 | 83.4 | 61.5 | 40.0 | 29.10. 5 D |
| 10 | Kamaboko | 375 | 90°C±5°C | 18.0 | 40.5 | 77.0 | 80.8 | 45.5 (5) | 22.5 | 29.10.14 E |
| 11 | 〃 | 375 | 〃 | 18.0 | 40.5 | 74.0 | 78.3 | 45.0 (4.5) | 20.0 | 29.10.14 E |
| 12 | 〃 | 375 | 98°C±2°C | 16.8 | 37.5 | 84.7 | 88.3 | 41.5 (4) | 28 | 29.10. 7 F |
| 13 | 〃 | 375 | 〃 | 17.0 | 37.5 | 81.5 | 86.0 | 42 (4.5) | 28 | 29.10. 7 F |

Table 1　Summary of cooking temperature and heat penetration of various fish-cake at Niigata.

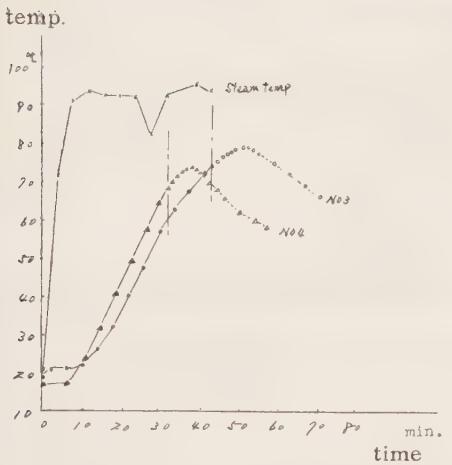



Fig. 1 The rate of heat penetration at the core of Kamaboco. No. 3, No. 4.

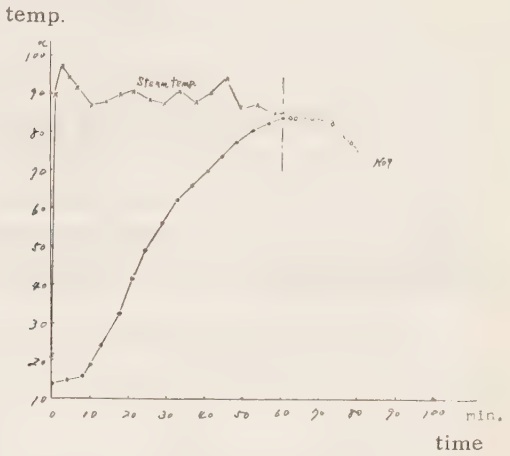



Fig. 2 The rate of heat penetration at the core of Uzumaki-Kamaboco. No. 9.

上記調査の範囲内に於いては新潟地区の蒲鉾類の加熱状況は，天野[1]等の調査した小田原，東京地区のものに較べて比較的高温度で且つ長時間加熱されているようである。即ち中心部の最高温度は73C°～94.5°Cの範囲で，大部分のものは80°C附近であり，中心部70°C以上の経続時間は平均30分内外で，10分内外のものは僅か3例であつた。このことは小田原地方と異つて小板が多いのと，原料肉にサメ等を使用しないでスケソータラを主原料としておる為に，蒸煮温度が高く90°C以上の高温であること，及び加熱時間も比較的長い為であろうと考えられ，加熱の点に於いては極めて良好であつた。

普通中心部が80°C以上となれば Bacillus 属以外の細菌は特有の micrococcus 等を除いては殆んどが死滅し，横関[6]も最近煉製品の加熱状況と残存細菌の関係を研究し，75°Cを中心としてそれ以下の温度では球菌類が多く，75°C以上に於いては球菌類は殆んど死滅して有芽胞桿菌が多く残存すると報告している。含糖蒲鉾に於いても現在新潟地区で製造されているフラスキン含有の包装蒲鉾に於いてはその保蔵性が認められ，夏季1週間内外の貯蔵性を有しておるに係わらず，内山[2]が指摘する如く小田原地区製品に於いては却つて包装に依り悪変化が助長されるのは，恐らく天野[1]等が指摘しておる様に加熱が不充分の為球菌類が多数残存し，これが嫌気的に繁殖して酸敗現象を起すのではないかと想像される。以上の様な観点から高温度に耐え得られる有芽胞桿菌の発育を抑制する作用を有するフラスキンを混入し，フラスキンの効果の少ない球菌類の死滅を促す為には加熱工程を充分に行い，少なく共中心加熱温度を80°C以上とし，更に第2次汚染を防ぐ為に耐水性包装紙を以て包装することに依つて，現在夏期1～2日間の保蔵期間に過ぎない蒲鉾類の貯蔵性を増加し，夏期1週間内外の貯蔵性を付与することは可能であると考えられる。

## 摘　　要

(1) 新潟市内で製造される煉製品の加熱温度の調査を行つた。

(2) 新潟市内で製造される煉製品の加熱状況は小田原地区等の製品に比較すると極めて高熱で，食品衛生の管理面からは良好であつた。

## 参　考　文　献

1) 野口栄三郎・佃　信夫：日本海区水産研究所研究年報，第1号，255～278，1954.
2) 内山　均：鮮度保持研究班連絡情報 (6)，39～43，1953.
3) 清水　亘：浦鉾，224，1949.
4) 天野慶之（外4名）：鮮度保持研究班連絡情報 (6)，13～24，1953.
5) 河端俊治・高瀬　明：鮮度保持研究班連絡情報 (6)，25～32，1953.
6) 横関源延・天野慶之・内山　均：日本水産学会，水産食品分科会で発表，1954.

# 重要魚類の資源化学的研究(I)

## 但馬地区釣りサバについて

野口栄三郎・尾藤方通*

# Biochemical Studies on Some Fishes of Commercial Importance - (1)

## On the Seasonal Changes of Partial Weights and General Components of Mackerel (*Scomber japonicus*) caught off Tajima District

Eizaburo NOGUCHI and Masamichi BITO

The seasonal changes in body-length, total and partial weights of body and its chemical components were studies on the mackerel (*Scomber japonicus*) caught by angling along the coast of Tajima District, Hyogo Prefecture.

The results obtained are as follows:

1) The body weight increases rapidly after the spawning season; after December the increment is very slight, but from April to June it becomes rapid again, reaching the maximum in the middle of June, when the spawning activity is the highest.
2) The principal groups of catches are composed of fishes of two to four years of age; in autumn and spawning season many large ones appear.
3) The weight of edible part except head and viscera decreases from November to the middle of June, the spawning season, but hereafter it increases rapidly. The decrease before April is supposed due to the insufficient nutrition, while after that month it is perhaps caused by the increasing weight of gonads.
4) The change of liver weight is caused by nutrition and spawning, and that the latter case is remarkable especially in females.
5) Through the changes in the weights of gonads and livers, the spawning season can be supposed to be from early May to late July, with the height in the early and middle June.
6) A certain relationship is found between the fat and the water content in muscle. The swift increase after the spawning and the decrease in winter to early spring in the quantity of fat in muscle can be understood as the effect of food. It shows no remarkable change during spawning, which probably means that feeding is kept on even in this period.

* 東海区水産研究所

7) In the change of the amount of vitamin A is also seen the effect of nutrition.

8) The protein increases in spawning season, reaching its summit just after the spawning season. The alcohol soluble-N decreases with the maturation of gonads, showing their lowest value at the sapwning, while the amino-N soluble in alcohol have the contrary tendency. The mono-amino-N is remarkably less than the di-amino-N during spawning season.

## 緒　　言

重要魚類の成分，歩留量の変化については現在迄に断片的ではあるが，極めて多くの研究が行われている。しかしこれらの多くは或る時期に極限されたり，平均値を以て代表されたり，少数の値である為に全体を代表することは困難であり，又或地方に於いては総括的に行われて来ているが当然地方的に相異がある為他地方に適用出来ないことが多い，また従来の多くのこれらの研究は生物の生長，漁場の環境等を考慮に入れず取極められていることが多く，然も生物学的の問題を考慮に入れず単なる漁獲物の利用の為の研究が多いので，資源の生態或いは生物学的研究に寄与することが少なかつた。そこで各地方に於ける重要魚種について，成分量及び歩留量の変化を究明する為には周年に於ける之等の系統的調査研究が必要であり，漁獲物の高度利用の立場からの資料を得ると共に，更に生物学的面からの群の変動，群衆生態及び環境変動の要因等を把握し，従来の生物学的研究に寄与する目的もあつてこの研究を開始した。

現在既に日本海区内では山口，鳥取，京都，福井，新潟等の各府県水試と協力してイワシ，サバについて歩留り及び成分量（主として水分及び脂肪）の変化について調査を行つており，更に今後本研究を発展させる為には細部に亘つて実験方法の吟味等を行わなければならないが，予備的な一段階として香住地先産の釣鯖を対照として周年の成分量，部分量の調査を行つたので取敢えず報告する。本研究は予算及び人員の関係で多くの試料を調査することが出来ず，充分な結果を得ることは出来なかつた。また之等の原料学的研究を行う場合に最も必要な鯖の年令組成，成長等も未だ判明せず又試料について之等の分析検討も充分に行われなかつた為に，勢い多くの仮定を設けねばならず結論を見出すことは出来なかつた。そして今後之等の研究を行う場合には試料の生物学的検討が必要であり，更に分析試料の採取，実験方法等に於いても改良されなければならない多くの余地がある事が判明した。終りに本研究の機会を与えられた日水研内橋所長並びに一部を担当して頂いた山本常治氏，高橋信江氏，奥田こま氏及び試料採取に御協力下さつた香住町福本藤太郎氏，香住町漁業協同組合山根氏に厚く感謝する。

## 試料の採取及び研究方法

研究材料として鯖（1本釣）を選んだ。理由は(1)周年漁獲される。(2)漁獲が多く且つ普遍的で日本海沿岸に於ける最重要魚種である。(3)実験対象として大きさが適当である。(4)赤味の魚故成分量，部分量の変動が顕著であると予想した為である。サンプリングの方法は実験の出発点として非常に考慮されなければならないが，理想的には先ず漁獲状況に依り一定期日を定めて乱取し，試料とすべきであるが，当初の予測と相違して本漁業は周年行われるものであるが，7月～10月にはイカが主体となる為各船当りの漁獲が極めて少なく，又冬期間は極めて天候不順である為(1)一定期間毎に試料を採取す

ることが困難であること，(2)市場操作に依り鯖を一括して競売せず各船毎に行うため大・中・小の明瞭な量的判別が出来ないこと，(3)各船に依り多漁，少漁が多く，又場所の相異により魚体組成が異る（例えば地先は小型，沖で大型）等の為に，系統的な試料の抽出は不可能であつた。そこで結局サンプリングは先ず市場を通覧して鯖の大・中・小の組成を見て，夫にそれらの組成を持つている様に思われる船からの漁獲物を全部採り，その中から20尾前後（予算の関係上多数を採ることが出来なかつた）を乱取して取扱つた。

記載各名称

(1) 頭　　部　　鰓蓋の一番外線から側線に垂直に切断した部分
(2) 可 食 部　　頭部及び内臓を除去せる部分
(3) 内　　臓　　腸腔内容全部

## （I） 各部分量の時期的変化

魚体の各部分の重量が時期的又年令的に如何なる変化を行うか，又その変化する要因を究明することは漁獲物の処理上極めて必要であるのみならず，その魚類の生態環境を究明する上において極めて重要な事柄である。現在迄この方面の研究としては多くの研究報告があるが，魚体の各部分量は魚の種類のみならず魚の大小，肥瘠，性別，時期，各個体等に依つて可成り相異する。

現在迄の研究には，柏田[1]はシュモクザメ，アブラザメの肉質部，頭骨部，皮部，鰭，胃腸，肝臓膵臓，心臓等の細部に亘る部分比，季節的変化を，波多腰[2]は鯛，大島[3]等はサケ，マスの性別，大小別，季節別の差異について研究を行い，山本[4]，福岡[5]はマイワシの各部，内臓の量的関係に就き，更にこれらの大，小別，産地別或いは季節別の差異を，波多腰[6]はシリヤケイカ，モンゴイカ，アオリイカ，ヤリイカの各部位の量的関係から更に季節別，雌雄別による変化を報告し，可食部の%としては，タイ（福岡[7]），イワシ（奥）[8]（福岡），サバ，ブリ，ホシザメ，サワラ，助宗鱈（小倉，富士川[9]），マダイ（波多腰）及び多数の魚種に就いて統一的に大石[10]の報告等がある。

然し以上多数の報告が行われているが試料の採取方法が異り，又多くの場合時期別の変化が見られておらない為に，或る魚種，或る時期と云う特定のものに限られている。即ち魚体各部分の重量比が時期に依り又は其の他の要因に依つて如何なる変動を行うかを究明する為に周年にわたつて本研究を実施した。

### (1) 体　　長

魚体の各部分量，成分量等には可成り多くの個体差があり，更に魚体の老若，生殖時期，環境等に依つて著るしい影響を受けることは明らかである。少なく共之等の調査研究を行う場合には各試料につき生物学的に検討し，同一グループに属するものであるか否を明らかにせねばならない。然し目下の処生物学的に之等の試料が同一グループに属するものであるか否かを判定する適確な方法がなく，更に日本海産鯖の地付き或いは回遊性の判定，生長度，年令査定等も充分な吟味が行われておらない現状である。

此の調査に於ける鯖体長の時期的変化は第1図に示す様で試料も毎回20尾前後で少なく，且つ各個体間の変動も大きいので年間の体長組成の変動を示しているか否かは不明であるが，然し今後各部分量及び成分量の変化等を見る為には，少なく共同一グループと考えられるものを基準としなければならないので次の仮定を設けて研究を進めた。

（i） 生殖腺の重量変化から香住地先に来遊する鯖の産卵期は大体6月末で終了すると考えられる

ので7月を基準とした。

（ii） 鯖の多くは産卵洄游であるとされているが周年漁獲されていること，或いは標識放流結果も区々で大きな群をなして洄游しているとは断定出来ず今後の研究が必要であるが但馬地先で産卵したものが生長し漁獲されたものとした。

以上の仮定の下に漁獲月別に各魚体をプロットしてみると第1図に示す様になり各魚群体の mode を通る様に思われる曲線Ⅱ～Ⅴは生長曲線を示すように考えられたので鯖の生長率等を考慮に入れて月別に次の体長群を同一年令群として研究を進めた。

勿論鯖の生長は可成り早く各年令群に於いても体長間に重復があり，又時期に依つて一概に各年令群は同一体長の範囲内に入れられるとは考えられないが，相川[11]に依れば鯖の年令と体長は当才魚16cm 以下，1才魚17～24cm，2才魚25～32cm，3才魚33～39cm，4才魚40～46cm，5才魚47～50cm であり，大内[12]に依れば日本海産鯖の年令別平均体長は当才魚16.0cm，1才魚26.8～28.6cm，2才魚32.0～33.8cm，3才魚37.2cm であると云われており，本仮定に於ける当才19cm 以下，1才魚13～27cm，2才魚21～33cm，3才魚29～37cm，4才魚34～40cm，5才魚38cm 以上としたことも不当であるとは思われない。若しこの仮定が正しいものとすれば香住地方で漁獲される鯖は10月～翌年2月頃迄の秋冬期には殆んど生長しないように思われる，そして2月頃漁獲される鯖は2年及び3年魚が主体でその年の5～6月頃の産卵鯖の主体となり，7月～9月頃漁獲される鯖は産卵前の2年魚及び産卵後の2年魚（3年魚となる）であつてこれは秋鯖としては出現せず翌年2月頃2年及び3年魚として出現しその年の5～6月の産卵鯖の主体となる訳である。5～6月頃産卵した3年魚は7～9月頃には殆んど姿を見すず，4年魚として11～12月の秋鯖として漁獲され更に翌年の5～6月に4年生の産卵魚群として漁獲される。

しかしこの様な仮説は今後更に多くの資料を纏めて研究する必要がある。何れにしても但馬地区で釣獲される鯖は20～41cm 内外の鯖で数個の年令群が混合して同時に漁獲される訳である。原料学的に云えば夏期8～9月の候及び冬期2月頃の鯖は小型の若年令群が多く，5～6月及び11～12月には比較的大型の鯖が多く漁獲される。

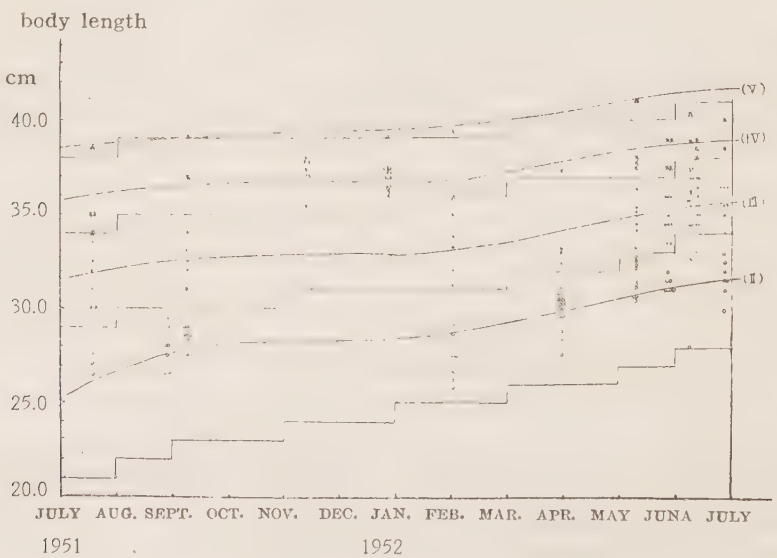



Fig. 1　Seasonal variation of the body-length and the supposed growth curves of the mackerel.

(2) 体　　重

鯖体重を体長群（各年令群）毎に月別にプロットすると第2図の様になる　即ち産卵後鯖は7月末より徐々に体重を増加し12月頃最高に達するが1月以降3月頃迄は僅に減少し，3月から再び急激に増加して産卵時期である6月頃には再び最高となり，産卵終了後は急激に減少して7月末より再び増加する傾向を辿る様である。12月末より3月頃迄体重が殆んど増加しない原因は不明であるが，恐らく摂餌関係に基くものではないかと考えられる。

但馬地方で釣獲される鯖の体重は200～1,000g の範囲内で600g 内外のものが多いが夏期8～9月及び冬期2月頃のものは小型のものが多く5～6月頃及び11～12月頃のものは大型のものが多い。

体長と体重の関係は第3図に示す様で体長と体重の関係式は

$$W = aL^b \qquad \text{但し } a = 0.0048 \quad b = 3.2929$$

で示される。

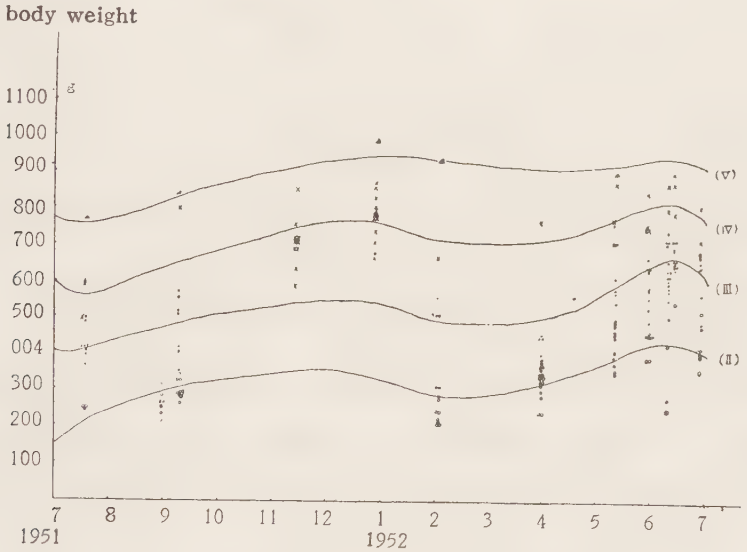



Fig. 2　Seasonal variation of the body-weight.

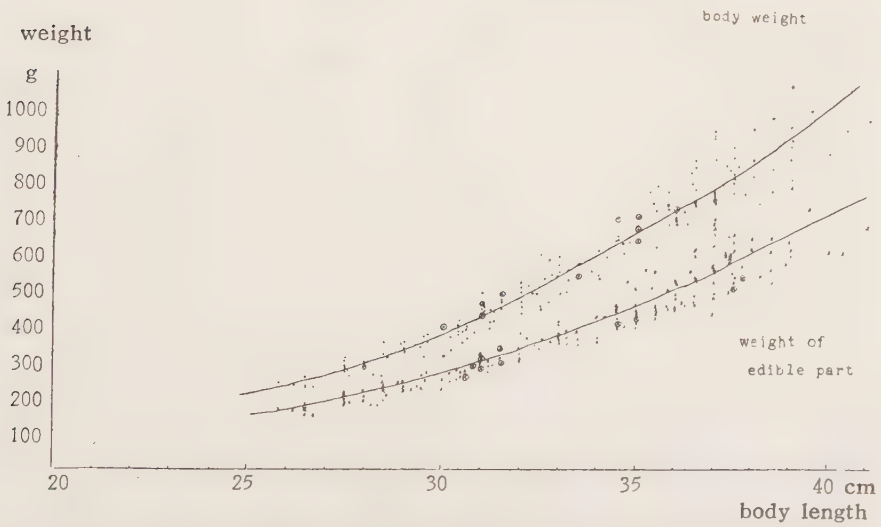



Fig. 3　The weight of body and edible part against the body length.

(3) 各部の重量

(イ) 可食部重量について

第3図に示す様に可食部重量は体長の増加に伴つて増加する　体長と可食部重量との関係は $W'=aL^b$ で示される　但し a=0.0024　b=3.3982　但し体長の増加に伴う体重の増加程増加は著しくない。普通体長が大となる程頭部の占むる割合は小さくなるので可食部重量は増加する筈であるが之は生殖時期に於ける生殖腺，及び内臓量の著増に依つて斯様な傾向を示すものと考えられる。可食部重量は 150～750g の範囲で 200～500g 程度のものが多い。

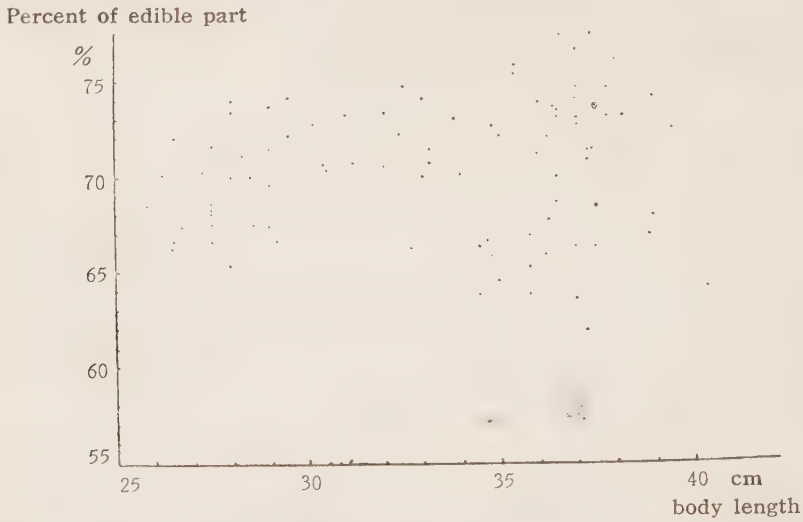



Fig. 4　Relation between the percent of edible part to body-weight and body length.

体長と可食部歩留りとの関係は第4図示す様に殆んど関係を示しておらないが可食部歩留りの時期的変化を示すと第5図の様になる。可食部歩留りは 60～70 %の範囲で 65～70 %附近が多いが全般的

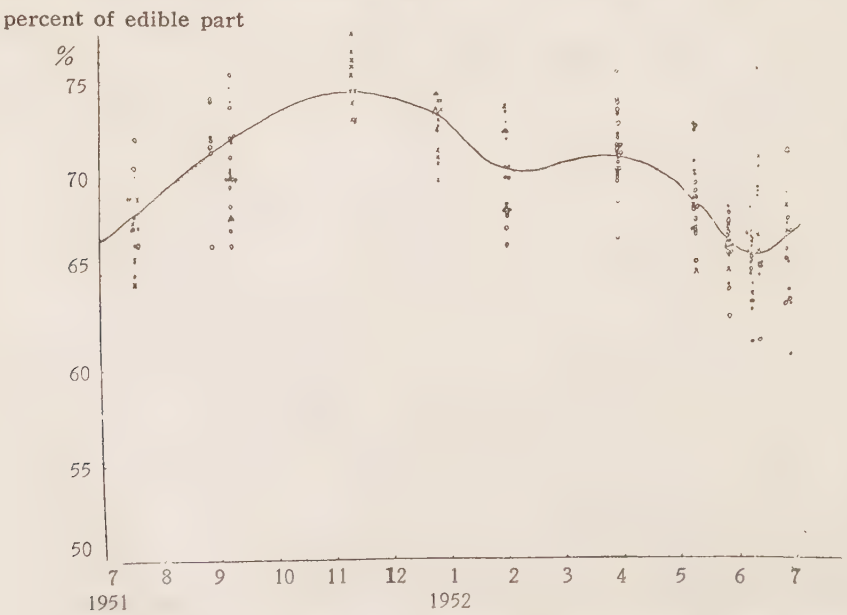



Fig. 5　Seasonal variation of the percent of edible part to body weight.

に産卵盛期の6月中旬に増加して11月に最高に達し，12月から翌4月にかけて僅かに低下し，4月から産卵期にかけて急激に低下する。

可食部の歩留りは肉質の増加と頭部重量及び内臓量の変化に依つて影響されるが可食部歩留りが4月から産卵期の5～6月に急激に低下するのは内臓量が生殖腺の発育に依つて急激に増加する為であり，産卵終了後急激に増加するのは放卵に依つて内臓量が急激に減少する為である。8月から11月にかけての増加は肉質の増加に依る為であり，12月から4月にかけての減少は栄養関係に基く肉質の疎細に依るものと考えられる。

(ロ) 頭部重量について

頭部重量は第6図に示す様に体長が大きくなる程増加する。普通 40～160g で

$$W = aL^b \qquad \text{但し } a = 0.0013 \quad b = 3.1833$$

の式で示される。

体長と頭部歩留り量との関係は第6図に示す様に体長が大となる程頭部重量の占むる割合は減少する。頭部重量の割合は11～23%で，各体長に於いて可成り広範囲の分布を示しているが，之は年間を通じて食餌，生産時期等を考慮せずプロツトして為にこの様な広範囲の分布を示したものと考える。頭部歩留りに及ぼす影響としては，体の成長に伴う影響を受けるのみならず内臓量の変化に依る影響が強い。即ち第7図に示す様に5～6月頃頭部歩留りは最小を示すが，之は生殖腺の成熟に依る内臓量の急激な増加に依る為であり，産卵直後の急激な増加は放卵に依る内臓量の急激な減少の為に頭部%が急激に増加した為である。然るに産卵終了後の7月末からは徐々に頭部%は減少し，11月末には又最低を示す。之は可食部肉質の増量及び蓄積脂肪等に依る内臓の増量に依る為であると考えられる。11月末から2月頃迄は再び頭部%は上昇するが之は餌料の不足に依る内臓量の減少と体の疎細に依る為であり，2月から降下するのは摂餌，生殖腺の成熟に伴う内臓量の増加に依る為と考えられる。頭

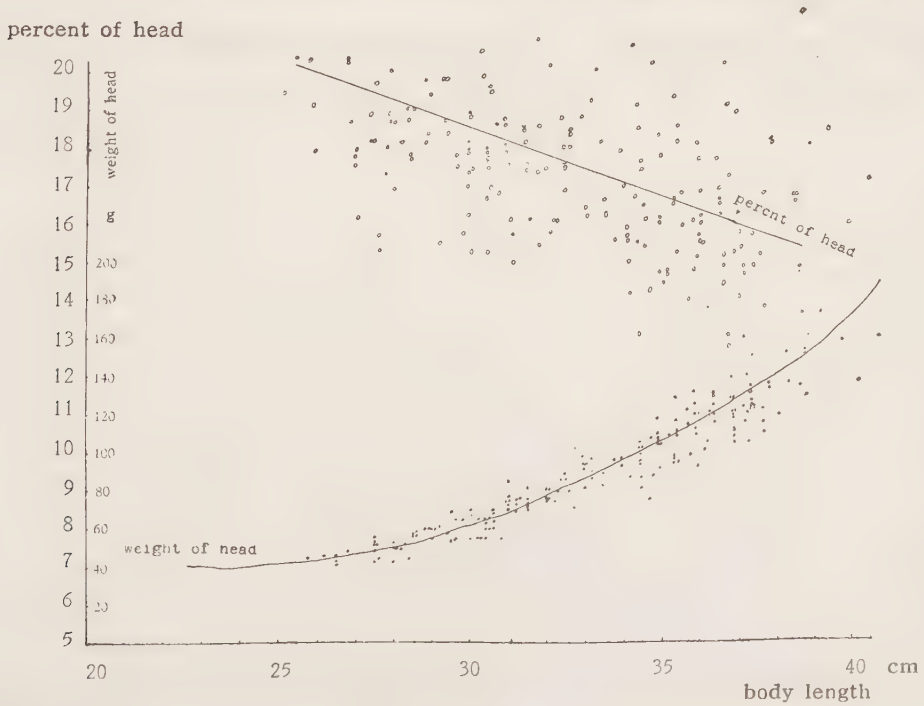



Fig. 6　Relation between the weight of head and body-length.

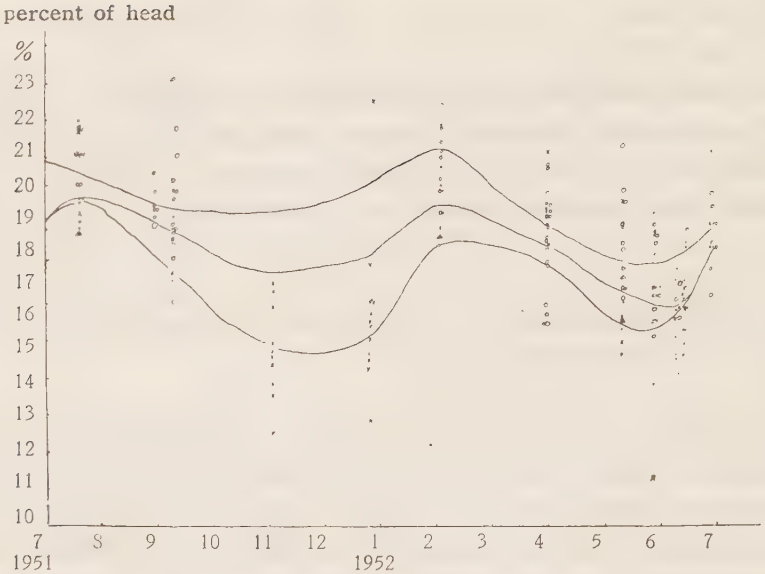



Fig. 7　Seasonae variation of the percent of head weight to body-weight.

部歩留り量は体重の増加曲線とは反対の現象を呈し，体重が増加する時期には頭部歩留り量は減少し，体重が減少する場合には頭部歩留り量は増加する。

何れにしても頭部歩留りは11～12月及び5～6月の候減少し7～8月及び2～3月の候増加し年2回増減を繰り返えす様である。

(ハ)　内臓量について

（i）全　内　臓　量

内臓量と体長の関係は第8図に示すようである。総内臓量は生殖腺の増大等に依つて可成りの変化

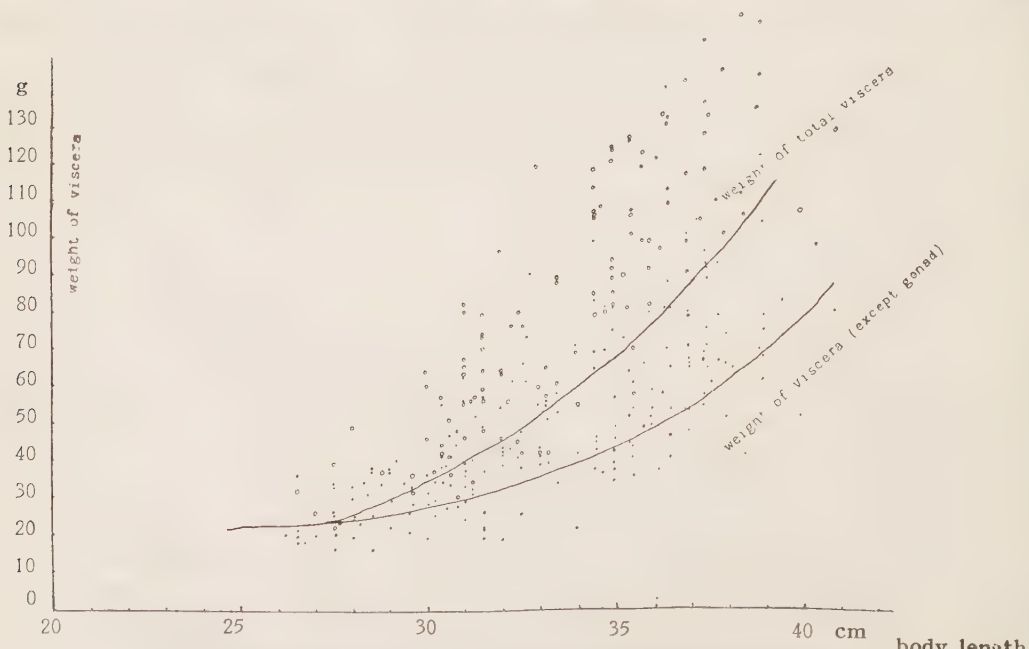



Fig. 8　Relation between the weight of viscera and body-length.

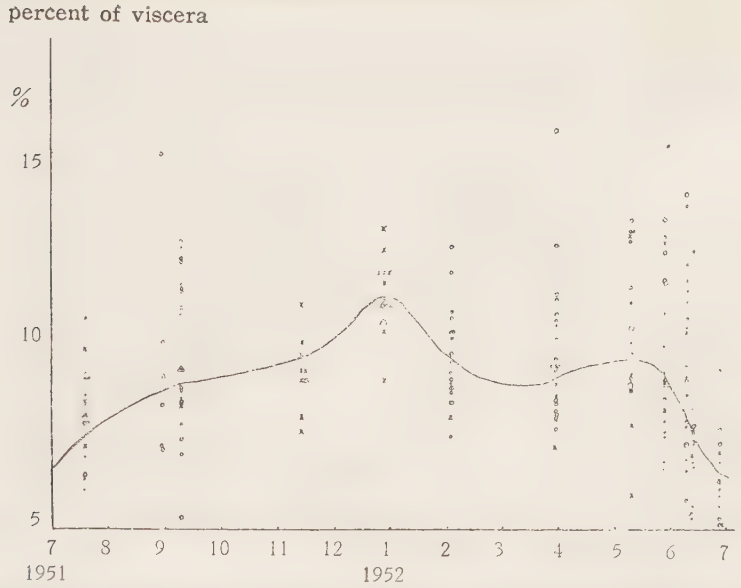



Fig. 9　Seasonal variation of the percent of viscera weight (excepet gonad) to body weight.

があり，生殖腺を除いた内臓量に於いても摂餌の有無等に依つて可成りの増減があるが，体長が大となる程内臓量は増加の傾向を示す。内臓歩留りの時期的変化は第9図に示す。この図で明らかな様に内臓の%量（体重に対する）は体長に依つては影響されない。生殖腺を含めた内臓量は5～6月の産卵期には最大を示すが生殖腺を除いた内臓量は産卵後7月頃から徐々に増加して11～12月頃最高に達し，2月～3月にかけて急激に低下し，5月初旬僅かに増加するが産卵期に入ると共に低下する。産卵期に低下するのは産卵に依る影響であり，産卵終了後冬期にかけて増加するのは摂餌及び蓄積脂肪量の増加，生長に伴う現象と見られ，2～4月に減少するのは摂餌及び栄養関係に依る蓄積脂肪の減少に依るものと考えられる。

(ii) 肝　臓　量*

肝臓は複雑多岐な生理的機能を営むほかに，炭水化物，脂肪，ビタミン，蛋白質等を貯蔵する機能

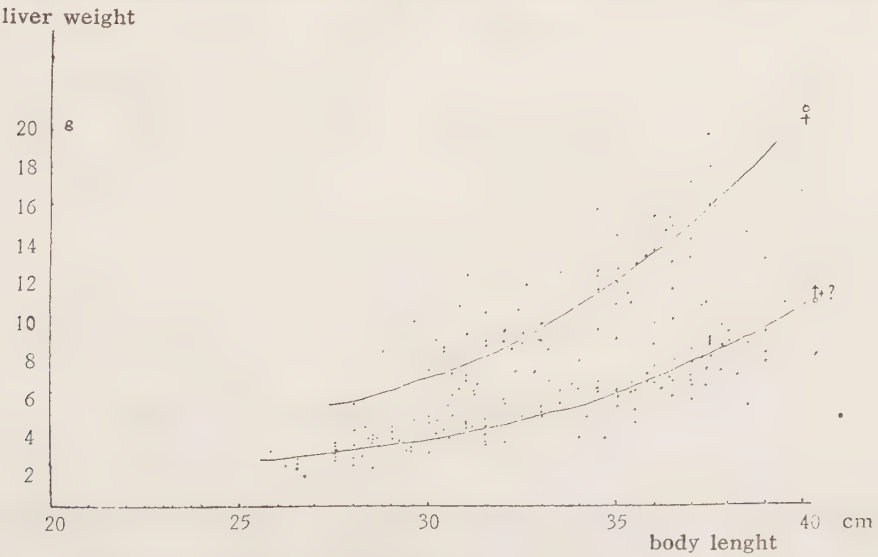



Fig. 10　Relation between the weight of liver and body-lenggth.

* 日本水産学会誌 19, 195 を参照されたい。

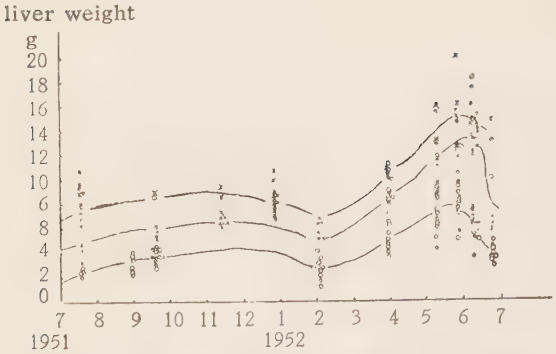



Fig. 11　Seasonal variation of the liver weight.

を有し，肝臓の成分量の変化，重量の変化は魚類の生理学上ゆるがせに出来ない。又ビタミン源としての利用上からも簡略されない重要な物である。肝臓重量と体長の関係は第10図の様で，体長が増大する程重量が増加するがこの増加曲線は2個ある様に見える。この原因は第11図を見ると明らかな様に肝臓%は時期に依り可成りの影響があり，産卵期と然らざるものとを同一にプロツトした関係であつて，第11図に依つても明らかな様に肝臓量は産卵に依つて可成り著しい影響を受け，4月頃から生殖腺の成熟と共に急激に重量が増加して産卵盛期には最高に達し産卵に依つて急激に減少する。7月以降12月迄は体長の増大と共に肝臓重量も徐々に増加するが2月頃1時低下する。之は栄養関係に依るものと思われる。

(iii) 幽　門　垂

幽門垂は硬骨魚特有の消化吸収を掌る機関であるが第12図に示す様に概して体長の増加に伴つて重量は増加し，生殖時期等の影響による増減が余り認められない。唯12月末漁獲の鯖が急激に増加しているが之は内臓蓄積脂肪の関係からであると見られる。

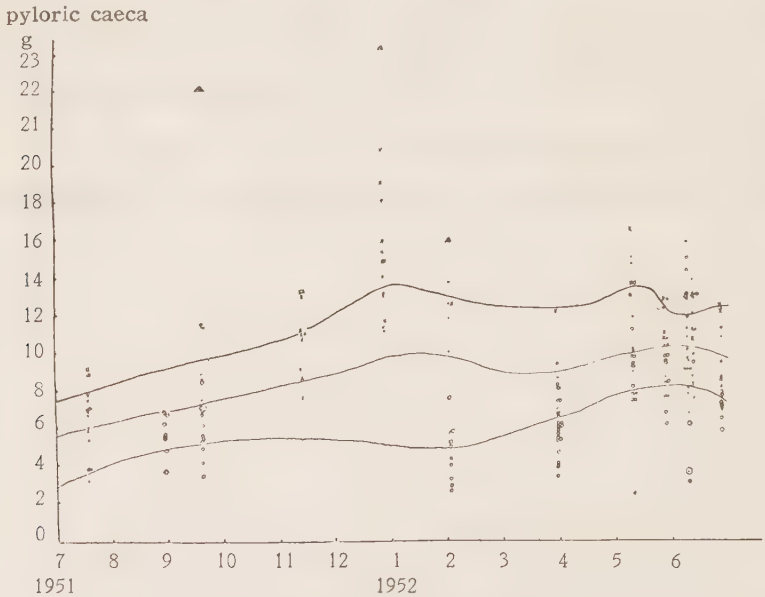



Fig. 12　Seasonal veraiation of the weight of pyloric caeca.

(iiii) 生　殖　腺

生殖腺重量を月別にプロツトすると第13図に示す様になる。即ち周年を通じて生殖腺の痕跡は認められるが肉眼的に明らかに性別が認められるのは3月下旬から7月末迄であつて生殖腺の最大に達する時期は雌雄共に6月中旬であつた。概して雄の生殖腺重量が雌の生殖腺重量より大で最大の量は雄で，111g，雌で72gであつた。高年魚のもの程生殖腺重量は大きい。生殖腺重量から鯖の産卵期を想

像すると鯖の産卵期間は但馬地区では可成り長期間に亘つており5月上旬から7月下旬迄あるが，その盛期は6月上中旬と思われる。生殖腺の歩留り%は産卵盛期の6月上旬で雌平均 6.1±2.2%，雄 11.7±1.8 %を示している

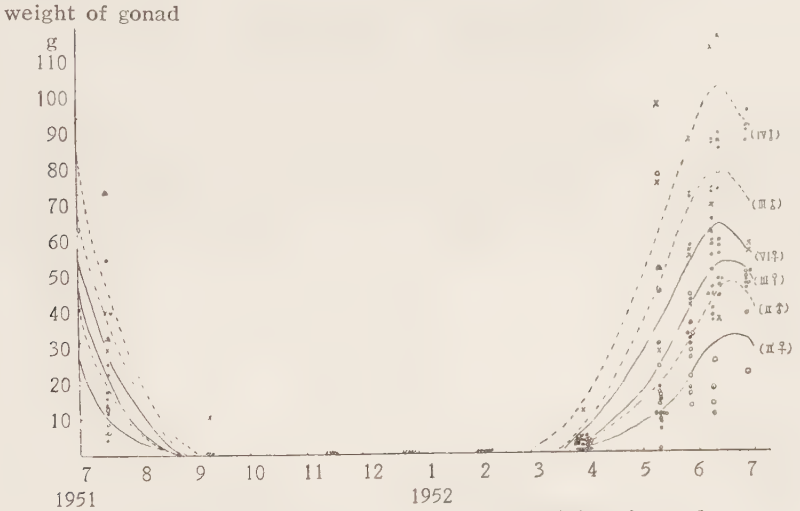



Fig. 13　Seasonal variation of the weight of gonad.

### (4) 肥　満　度

$F$（肥満度）$=\frac{W}{l^3}\times 1{,}000$　但し l = 体長 cm　w = 体重 g　常数 F から肥満の状況を観察することが出来る。体重が増加すると F も増加するが然し通常 F は生殖腺の成熟，摂餌量の多過，脂肪の蓄積等に依つて可成り著しい影響を受ける。第14図に示す様に香住地方で漁獲される鯖の肥満度は 10.5～17.0 の範囲であるが，同一時期同一魚群体にあつても可成り著るしい個体差がある。然し之を通観すれば4月頃から生殖腺の成熟と共に急激に肥満度が増加し，5～6月の産卵期に最高に達し産卵に依つて1時低下するが8～9月頃から再び回復を初めて11～12月頃には更に最高に達する。然し12月末から2月にかけては低下し以降4月頃迄は殆んど増加を示しておらない。

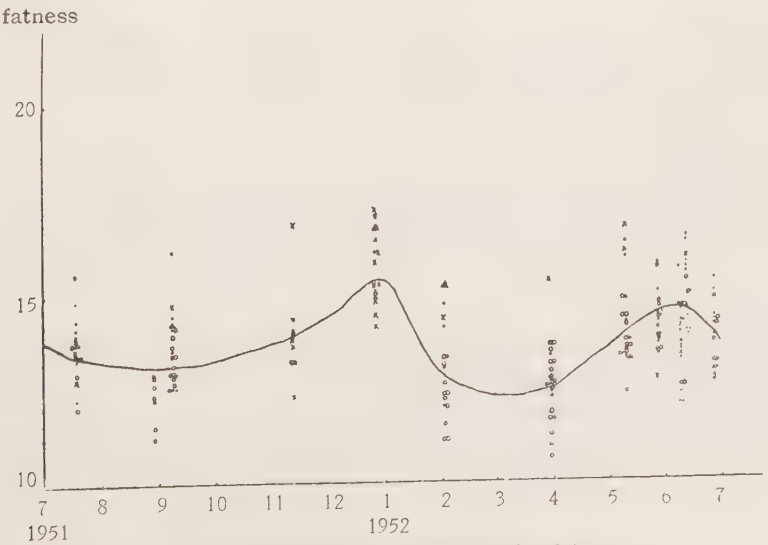



Fig. 14　Seasonal variation of the fatness.

第15図は頭部及び内臓を除いた可食部の肥満度（$F_1 = \frac{w_1}{l_1^3} \times 1{,}000$ 但し $l_1$ は体長，$w_1$は可食部重量）を示したものであるがこの図に依れば9月から12月にかけて徐々に増加し12月末最高に達するが2月には低下しそれ以後殆んど増減を示さないが6月末には再び僅かに減少している。

即ち以上の結果から4月以降肥満度が増加するのは生殖腺の増量に依るものであつて可食部は殆んど増量しない。産卵に依る肉質の減少は少ないが6月下旬僅かに減少が認められる。8月以降12月にかけての肥満度の増加は可食部の増量即ち肉質の肥満化を示している。1月から2月にかけて肥満度の減少するのは蓄積脂肪，摂餌量のみならず可食部肉質の減少を示しており斯様な短期間に単に栄養関係のみに依つて肉質が減少するとは考えられないので，或いは種族の差異等も考慮されるが6月下旬産卵盛期中に減少も認められるので環境要因の変化に依る肉質の疲細と云うことも考えられる。

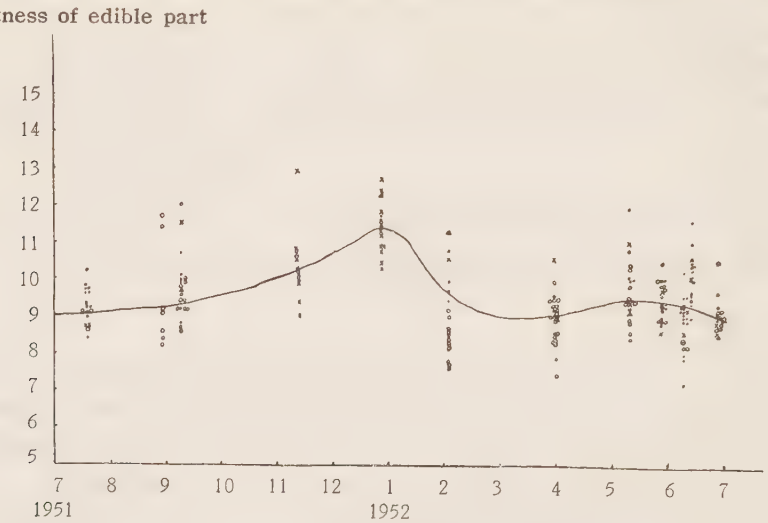



Fig. 15　Seasonal variation of the fatness of edible part.

## （Ⅰ）成分量の変化に就いて

鯖の部分量の時期的な変化と並行して，化学成分量の測定を行つた。分析項目は，精肉…水分・脂肪・アミノ酸態窒素・非アミノ酸態窒素・粗蛋白質・可溶性窒素，内臓…全量の水分・脂肪，肝臓…脂肪・ビタミンA，幽門垂…脂肪・ビタミンAについて行つた。

### (1)　精肉の水分及び脂肪

水分と脂肪量の変化に就いては，現在まで多数の研究がある。水分と脂肪量との増減は相反する関係を持ち，紡錘状の曲線的変化を行う。而して魚肉の脂肪含有量は同一種類のものでも，季節・年令・体重・生殖腺の成熟度及び栄養状態等によつて異り，同一魚群から採集した同体長，同体重のものでも個体によつて異ることがある。

魚肉脂肪の季節的な変化に就いては，座間[13]（鰊），奥[14]（鯖），Dill[15]（鯖），深山[16]（鯖），大谷[17]（鰛），谷[18]（紅鱒），清水[19]（鮪），福岡[20]（鰛）等の研究があり，Greene[21]（鮭）は産卵遡游中の脂肪変化について，波多腰[22]（鯛）は部位別，年令別，雌雄別に就いての報告がある。本調査研究に於いても水分及び脂肪量の変化が重要な因子となる事が予想されるので，周年に亘つて分析を行つた。

魚体測定資料20尾に対して，成分分析用試料として大・中・小各々2匹宛を選び，3枚に卸して赤味の均一な部分のみを採取し，庖丁にて細く切り乳鉢にて均一にしたものを以て分析に供した。試料5g宛秤量管に秤取し，空気乾燥により水分量を測定し，此の試料をソツクスレツトによるエーテル抽出法により粗脂肪を測定した。内臓の水分及び脂肪量とは，肝臓及び幽門垂を除いた部分について乾燥法，エーテル抽出に依つて測定した値である。

(イ) 水分と脂肪量の関係

周年を通じての水分及び脂肪量との関係を図示すると第16図に示す様になり，大体直線的関係を示し，水分と脂肪の関係は F＝a＋b(H) の式（但しF＝脂肪量 H＝水分量）で示され，a＝100,4999, b＝−1.3333 で可成り高度の相関を示している。即ち鯖精肉の脂肪量は水分を測定することに依つてその脂肪量を推察することが出来る。但し脂肪量1～2％以下となる場合には産卵期の影響が強い為か可成り多くの水分量の巾の変化が認められる。

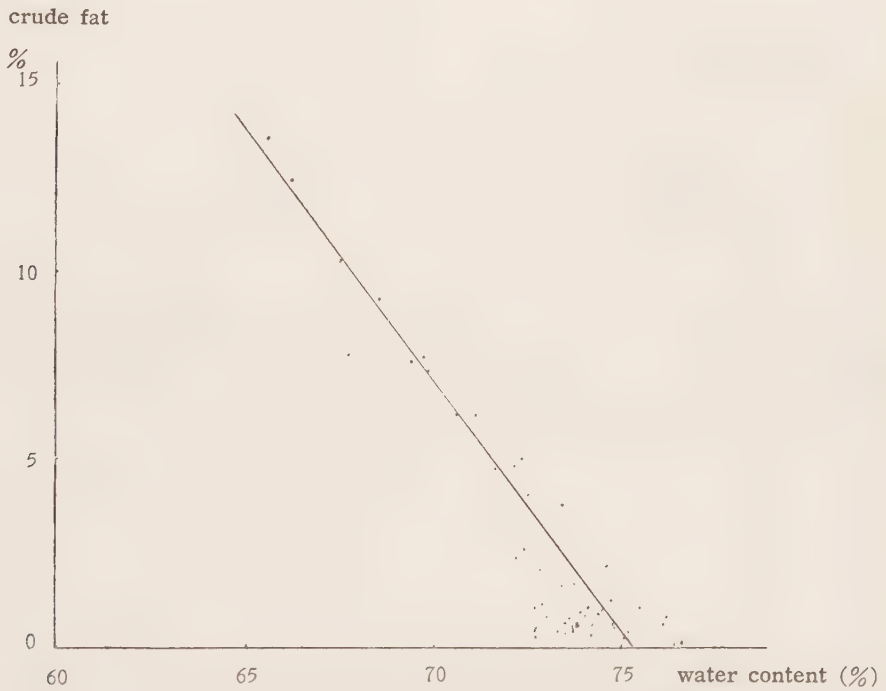



Fig. 16 Relation between the water content and the amount of crude fat in muscle.

(ロ) 精肉脂肪量の時期的変化

深山[16]によると駿河湾より伊豆諸島一帯に産する，ホシザメ，ゴマサバの脂肪含量は4～5月頃の産卵期に到つて漸減し，6～7月の産卵終了後最小値を示し，その後漸増して翌年1～2月頃最大値に達する。奥[17]も夏期最小にして，秋に至るまで漸次其量を増し11月最大，これより再び漸減し生殖腺の成熟に大いに関係することを述べている。座間[13]は春鰊は放卵に先立つ2～3月頃に最大に達し，次第に減少し放卵後極小となる事を報告している。

脂肪量の時期的変化を図示すると第17図の様になる。即ち同一時期に漁獲された鯖は体長の大なる

もの程脂肪量も大である様に見えるが，之を通覧すると産卵後の7月末頃より徐々に脂肪量は増大して12月末には最高に達するが年があけると急に漸減して3月頃から産卵終了後の7月末頃迄は脂肪量に於いて余り著るしい差異を認められない。内臓の脂肪量も同様な傾向を示している。

脂肪量の時期的変化の原因は産卵及び栄養関係に依るものであると考えられるが，2月及び3月の候に於いて脂肪量の減少が目立つが，此の頃に於いては未だ生殖腺の顕著な発育は見られないので生殖腺形成の為に脂肪が消費されたとは考えられず，恐らく栄養関係に基くものではないかと想像される。4月頃から産卵期にかけて脂肪量の増減が殆んど認められないのは，この時期の食餌は丁度生殖腺形成の為のエネルギーとなるものと考えられ，産卵に於いても急激な脂肪の減少が認められないことは抱卵中に於ても常に摂餌しているので，他の鮭鱒，鰡等の如く急激な体力の消耗が認められないのではないだろうか。勿論この様な事柄は極めて重要な事項であり，更に他の地区，時期に於いて食餌の種類，内容量の変化等と共に調査しない限り断定を下す訳には行かず，今後の研究に俟たなければならない。

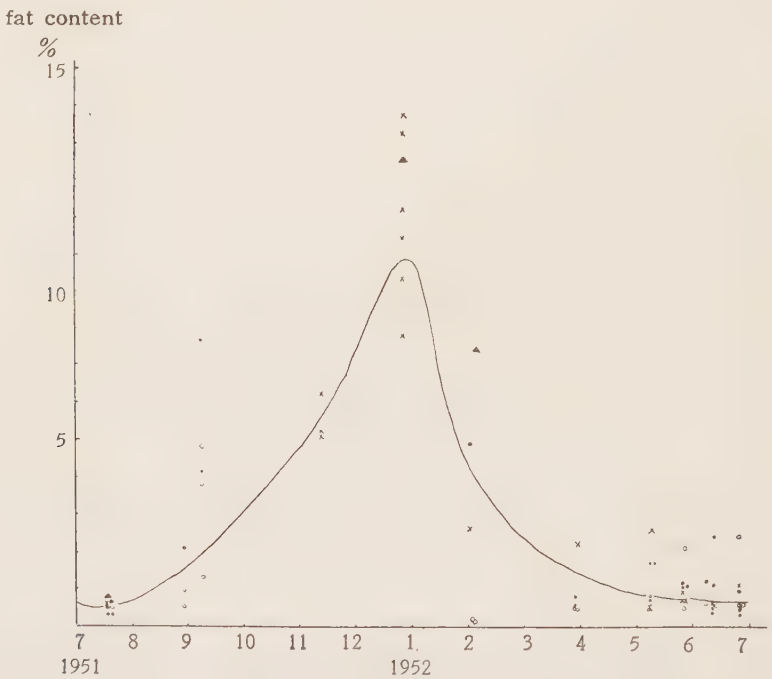



Fig. 17　Seasonal variation of the fat content in muscle.

(4)　肥満度と脂肪量との関係

一般に脂肪の増減と肥満度との間には相関がなく，魚体の体重と逆比例すると云われている。大谷[17]，福岡[20]，及び野口[23]は鰡について肥満度と脂肪量との間には関係がない事を述べ，脂肪の増減のみではなく生殖腺，食餌の多少に依つて甚だしく影響される事を報告している。本調査に於ける場合も第18図に示す様に肥満度と脂肪量との間には一定の関係が認められなかつた。

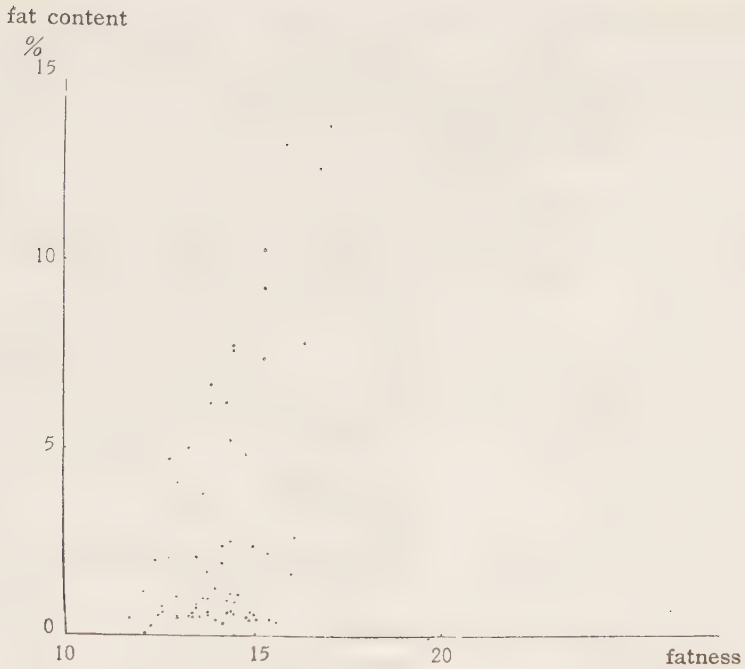



Fig. 18 Relation between the fat content in muscle and the fatness.

(2) 内臓の脂肪について

(イ) 内臓脂肪量（肝臓及び幽門垂を除く）

内臓脂肪量（肝臓及び幽門垂を除く）の時期的変化は第19図に示す。内臓脂肪量は主としてその蓄積脂肪の多少に依つて影響され，大体鯖肉の場合と同様な傾向を示している。産卵終了後急激に蓄積脂肪は増加して多いものでは40%以上の脂肪量を示しているが，増加の傾向は12月末頃迄であつて4

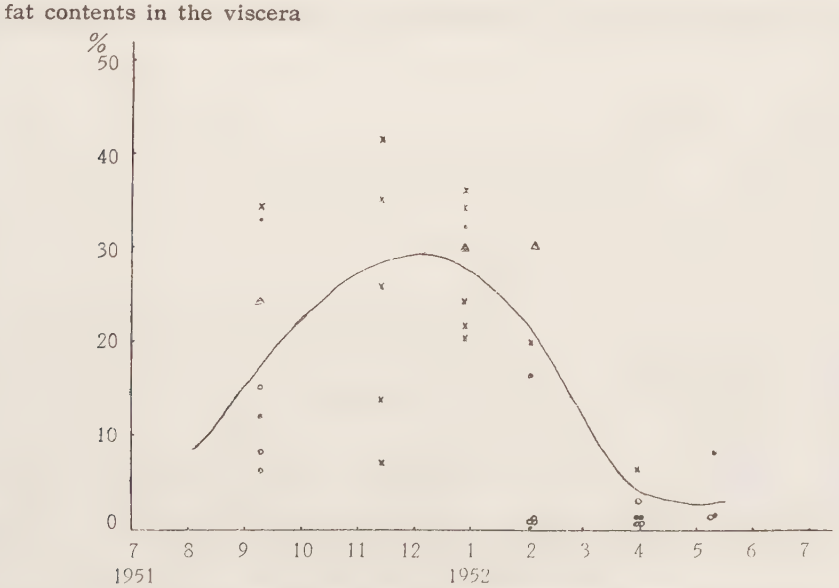



Fig. 19 Seasonal variation of the fat content in the viscera.

～5月頃には急激に減少して10%以下となり大多数のものは2%以下を示している。同一時期のものでは矢張り高年令群のものの方が脂肪量は多い。精肉及び内臓の蓄積脂肪の増減は産卵其の他の生理的現象に依る影響が強いが，然し鯖の如き動物性餌料を主として食餌とするものに於いてはその餌料の種類成分量に依る影響が可成り強い。各時期に於ける胃内容物の種類及び量を表示すると次の様である。

| 漁獲月日 | 胃内容物の種類 | 備　　考 |
|---|---|---|
| 7月17日 | アミ | 17尾中13尾，1尾消化液，3尾内容なし |
| 8月28日 | イワシ | 7尾全部 |
| 9月8日 | アミ | 20尾中16尾，4尾消化液 |
| 11月12日 | 小イカ及びアジ | 10尾中5尾，5尾消化液 |
| 12月26日 | アジ及び小イカ | 4尾なし，14尾全部 |
| 2月1日 | 小イカ | 17尾全部 |
| 3月29日 | 小イカ | 23尾中大部分小イカ，1部アミ |
| 5月9日 | アミ | 21尾中20尾，1尾消化液 |
| 5月26日 | アミ，小イワシ | 20尾全部，内2尾小イワシを食す |
| 6月8日 | アミ | 21尾中9尾，12尾なし |
| 6月11日 | アミ | 14尾全部 |
| 6月26日 | イワシ | 16尾中15尾，1尾なし |

即ち5月から9月頃迄の餌料はアミ及び小イワシが多いが，11月から3月頃迄は小イカが多い。之等のアミ及び小イカ等の成分分析を行つていないので確定的な事は云えないが，アミ及び小イワシの脂肪量は小イカより多い事は容易に想像されるので，アミ及び小イワシ等を食餌とする時代には蓄積脂肪が増加し，小イカを主として餌料とする場合には脂肪量が減少する様にも考えられる。5月頃からアミを食するが脂肪量が増加しないのは，生殖腺の成熟及び産卵エネルギーに消費される為であろうと考えられる。

(ロ) 肝臓脂肪量

肝臓脂肪量の時期的変化は第20図に示す。即ち肝臓脂肪量は体長に依つて著るしい差は示さない

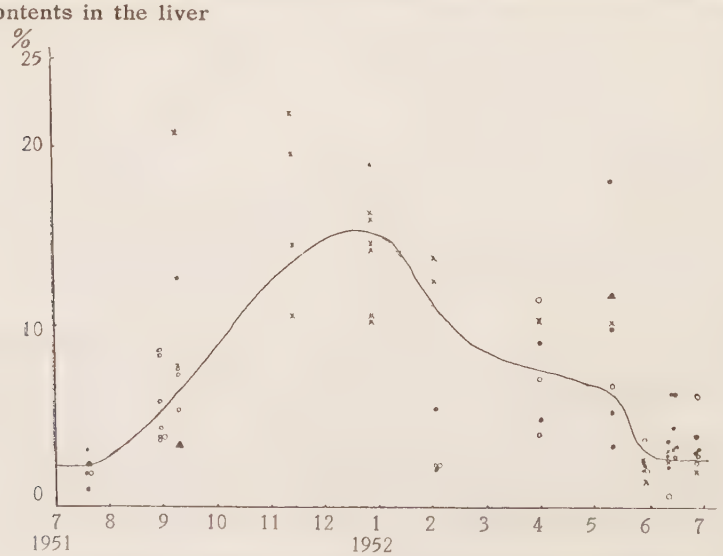



Fig. 20　Seasonal variation of the oil content in the liver.

が，精肉及び内臓の脂肪量と同様に産卵終了後から増加して11～12月最高に達して10～20%を示し，2月頃幾分減少するが，産卵が開始される5月頃迄は殆んど増減なく，産卵が開始されると急激に減少して2～4%内外となる。即ち肝臓脂肪量は肝臓重量と共に栄養関係及び産卵に依つて増加減少するが，第11図及び第20図を比較して見ると，産卵初期に肝臓重量は増加しているが脂肪量は既に減少しており，産卵終了と共に肝臓重量は初めて激減している。このことは生理学的に先ず最初に肝臓の脂肪が消費されるが，産卵終了と共に急激な体内消耗を補う為に脂肪以外の他の肝臓実質も消費されるのではないかと思われる。産卵終了後肝臓脂肪量は急激に増加回復するが肝臓重量は左程急激に増加しておらないことと比較して興味のある現象である。

(ハ)　幽門垂の脂肪量

幽門垂の脂肪量の時期的変化は第21図の様で精肉脂肪量，内臓脂肪量と大体同様な増加減少の傾向を示しており，9月及び12月のものでは最高40%近くを示し産卵期の6～7月の頃には1～2%を示している。

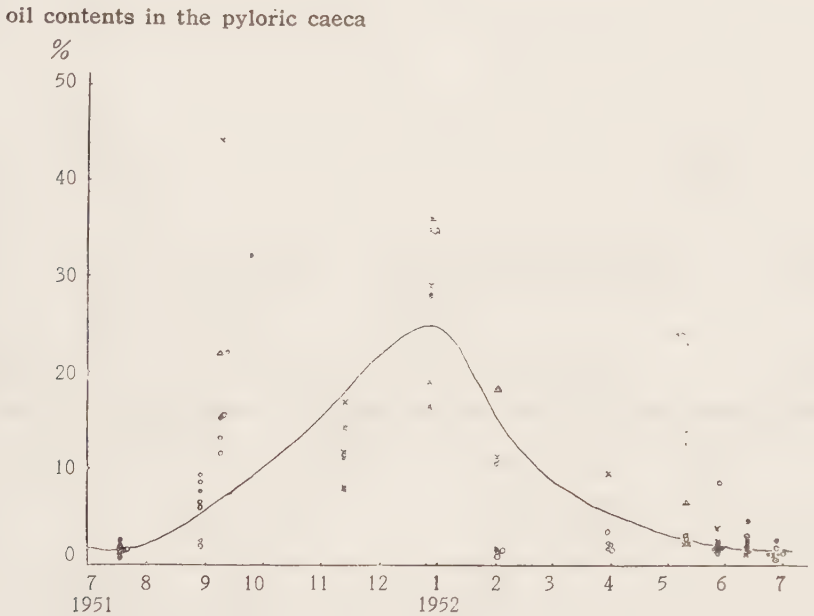



Fig. 21　Seasonal variation of the oil content in the pyloric caeca.

(ニ)　肝臓及び幽門垂のビタミンA濃度

魚類肝臓の脂肪量及びビタミン量の変化の関係に就いては，武井及び小林[24]は助宗鱈に就いて，大谷[25]は油鮫に就いて，Mac Pherson[26]は鱈及び鮭，大鮮について，河合[27]は鱈肝油について，富士川[28]は朝鮮東海岸の真鱈に就いて，Bull[29]は鱈の一種に就いての夫々の研究があり，肝臓の含油量及びビタミンA濃度は共に，種類，年令，産地，季節によつて大いに異ることを結論している。生長促進性のビタミンAが鯖の生長によつて，如何なる現象をたどるかを確認するため，肝臓及び幽門垂中に於ける脂肪量とビタミンAに就いて周年に亘つて調査した

魚体測定後直ちに肝臓及び幽門垂を採取し，その全量を脱水芒硝とよく混和脱水後，エーテル抽出

を行い，此の抽出液に就いて，脂肪量及び大島式ビタミンA比色計によつてビタミンAを測定した。

現在迄の多くの報告では含有脂肪量とビタミンA濃度との間には可成り密接な関係があることが述べられているが，肝臓及び幽門垂の脂肪量とビタミンA濃度との関係を図示すると第22図，第23図の様で余り顕著な相関は認められない。勿論脂肪量の多い場合にはビタミンA濃度が稀薄であるが脂肪量の少ない場合にも極めてビタミンA濃度の低いものがあり，一定の関係は認められなかつた。之等は勿論産卵期その他の影響を考慮せずプロツトした為であろうとも考えられる。鯖の肝油及び幽門垂油のビタミンA濃度は，肝油中では 0～100(C.L.O.U.) と比較的高濃度に達するが，幽門垂油は 0.1

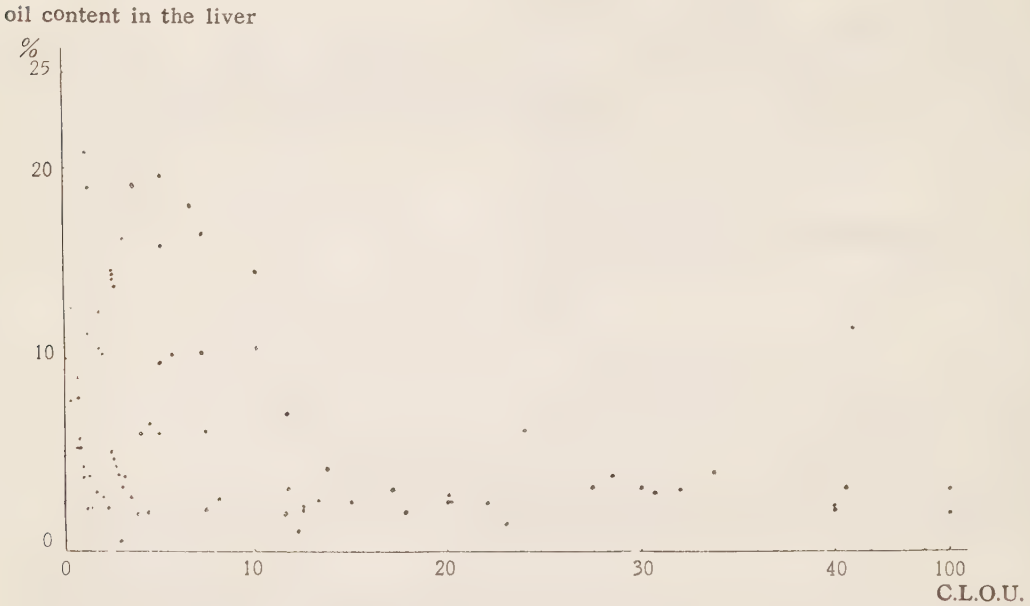



Fig. 22　Relation between the oil content and the Vitamin A concentration in the liver oil.

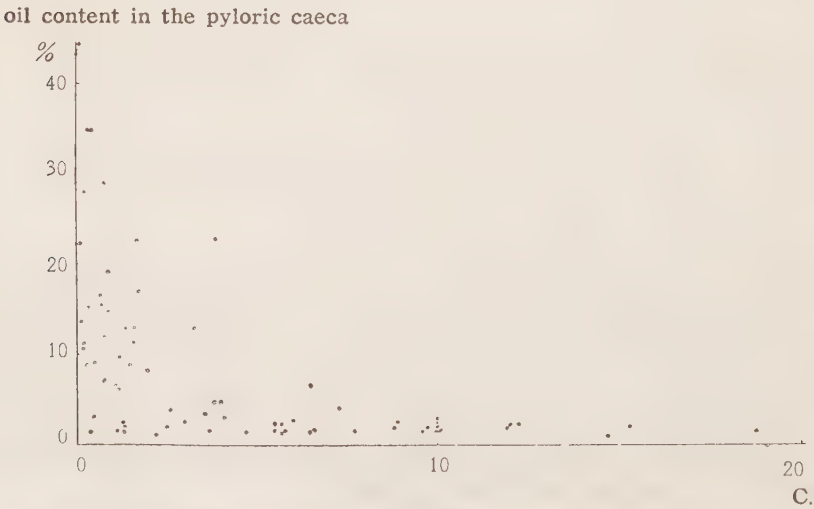



Fig. 23　Relation between the oil content and the Vitamin A concentration in the pyloric caeca oil.

～18.8(C L.O.U）て，肝臓よりも全般的に低い値をとる様である。しかし一般的に第24図第25図に示す様に，肝臓及び幽門垂共に脂肪量の多い時期にはビタミンA濃度は低く脂肪量の少ない時には高い即ち産卵前期である4月から産卵後期である7月一杯は高いが，8月から翌年3月迄は低い値を示し，肝臓及び幽門垂のビタミンAは卵の形成及び産卵の為には左程消費されない様に思われるが，2月頃肝油及び幽門垂油の含有量が極めて少ないのに係わらずビタミンAの値が極めて低いことは，主として飼料関係に依るものではないかと想像される。

一般に肝油のビタミンAは老年魚に高く若年魚に低いが，鮪に於いても同様な結果を示している。然し幽門垂に於いては肝臓に於ける程著るしい相関はない様である。

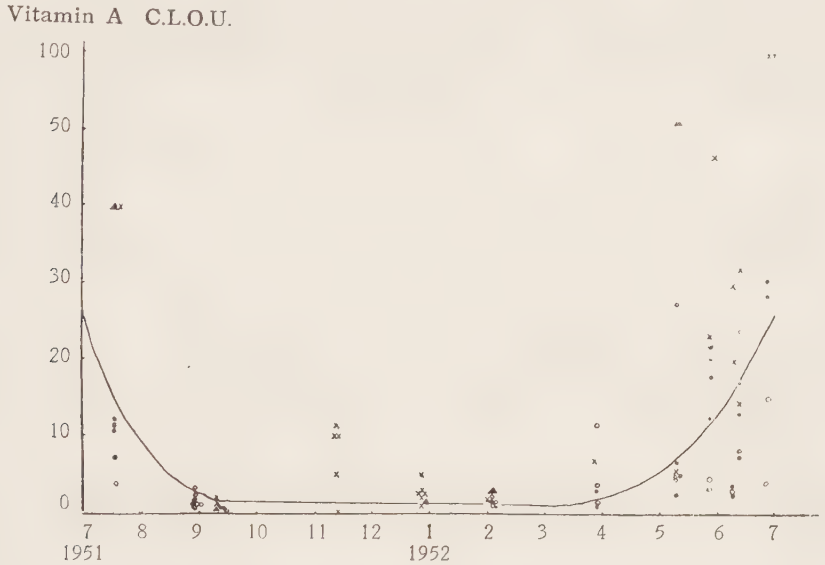



Fig. 24 Seasonal variation of the Vitamin A concentration per gram of the liver oil.

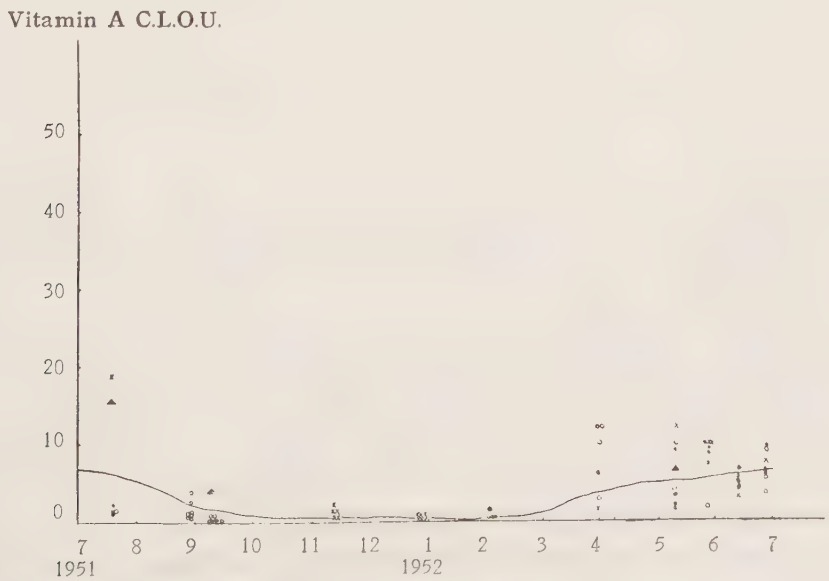



Fig. 25 Seasonal variation of the Vitamin A concentration Per gram of the pyloric caeca oil.

(3) 蛋白質及びアミノ酸について

(イ) 粗蛋白質

蛋白質の変化については Ernest Lloyd[20] は季節に関係なく常に恒定である事を指摘し，清水[19]は夏期鯖肉蛋白質は多少減少し，Dill[15]はカリフオルニヤ産鰯について 17.4～21.1 %，鯖は 4 カ月間に 20.3～24.3 %の間を上下し，奥[14]も鯖について周年 19.6～24.0 %の範囲であると述べている。波多腰[31]は鯛について各季節を通じ，蛋白質は雄肉は雌肉に比較して多量で，雌雄共産卵後急に増加し，後再び減少すると報告している。鯖肉の蛋白質量を時期的にプロツトしてみると第26図に示す様で11月～4 月の間は22%内外を上下して著るしい変動がないが産卵期に入ると増加して23%～24%内外となり産卵直後の 7 月中旬には25%以上に達し，その後は減少するものの様に考えられる。即ち今回の調査結果に於ける粗蛋白質量は年間を通じて 21.5～25.5 %の範囲で季節に依る変動は少ないが水分の増減と共に増減し，脂肪量の増減とは逆の傾向を示す様である。

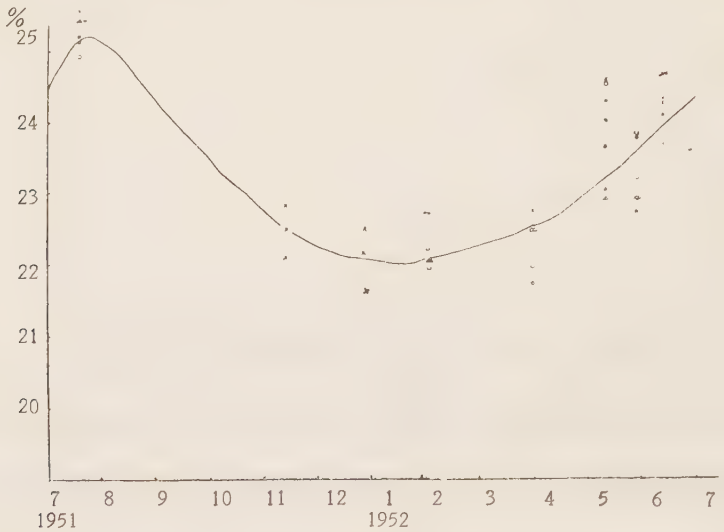



Fig. 26　Sasonal variation of the clude protein content in muscle.

(ロ) 揮発性塩基窒素量

揮発性塩素窒素量は 5 月下旬から 7 月上旬に於いては，漁獲後水氷として魚市場に陸揚げ後室温に午前 7 時から正午頃迄放置した場合，即ち漁獲後10時間以内に 18.9mg～23.1mg 程度に上昇し，鮮度低下が極めて速かであることを示している。

(ハ) 可溶性窒素及びアミノ態窒素

魚肉の可溶性窒素の内，遊離アミノ酸が時期によつて変化し特にアミノ態窒素中のモノアミノ区窒素とヂアミノ区窒素とは季節的に逆比しつつ変化し，産卵期にはヂアミノ区窒素が減少し，生殖腺の発達期間中にはヂアミノ区窒素中のアルギニン，ヒスチヂンが減少し，リヂンのみが増加，生殖遂行の前後にはヒスチヂンはリヂンと共に増加するが，アルギニンは依然として減少するといわれている。其の他蛋白組成は性別，環境，年令別に於いて一層顕著に変化すること等が，波多腰[31]，福原[32]，関根[33]，清水[34]等の報告によつて明らかである。又 Greene[21]は鮭の産卵遡游中，筋肉中の油脂が少なくなると蛋白質の分解が甚しくなり，産卵期に於いてはアミノ酸窒素は 61mg% より 84mg %となることを述べている。本調査に於いては可溶性窒素，アミノ酸窒素，モノアミノ区及びヂアミノ

区の窒素量を測定した。

細砕肉 20g に，66%アルコールを加えてよく混合，遠心分離上澄液を使用した。Kossel 法の原理に従つて，まず燐タングステン酸によりモノアミノ区とデアミノ区に区分し，窒素は Kjeldahal 法，アミノ酸窒素は Van Slyke 法により定量を行つた。

（i） アルコール可溶性窒素量

第 2 表に示す様にアルコール可溶性窒素量は 500～700mg %範囲内で，生殖腺の成熟と共に減少し，産卵盛期に最低に達し産卵終了と共に増加する様に思われる。

Table. 1　Alcohol soluble nitrogen and amino nitrogen in the muscle (mg.%)

| Date of catch | | Feb. 1 | Mar. 29 | May. 9 | May 26 | Jun. 11 | Jun. 26 | Jul. 17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Soluble-N | Values observed | | 661.0 ～749.9 | 680.4 ～737.8 | 621.9 ～683.2 | 623.7 ～684.4 | 510.6 ～628.1 | 657.4 ～712.2 |
| | Average value | | 726.0 | 707.7 | 642.2 | 647.9 | 585.9 | 683.8 |
| Soluble amino-N | Values observed | 75.1～95.8 | 93.0 ～127.8 | 105.4 ～129.8 | 128.3 ～153.8 | 117.5 ～135.6 | 126.5 ～184.7 | 107.6 ～141.4 |
| | Average value | 82.1 | 111.9 | 113.5 | 136.0 | 126.4 | 150.4 | 126.0 |

（ii） 可溶性アミノ窒素量

アルコール可溶性アミノ窒素量は 70～180mg % の範囲内で，アルコール可溶性窒素とは反対に生殖腺の成熟と共に増加し産卵盛期に最高に達し，産卵終了後は再び減少する様に思われる。

（iii） モノアミノ区窒素及びデアミノ区窒素

5, 6, 7 月の産卵期のみに於ける試料であるので他との比較が出来ないが，第 3 表に示す様にモノ及びデアミノ窒素は互に逆の増減の傾向を持つており，産卵期に於いてはデアミノ窒素が極めて多い様に思われる。

Table. 2　Monoamino nitrogen and Diamino nitrogen in the muscle (mg.%)

| Date of catch | | May 26 | Jun. 11 | Jun. 26 | Jul. 17 |
|---|---|---|---|---|---|
| Monoamino fractionN-. | Values observed | 200.3～372.4 | 303.3～391.0 | 150.6～208.2 | 423.4～496.4 |
| | Average value | 300.7 | 343.5 | 173.6 | 459.6 |
| Monoamino-N. | Values observed | 71.7～102.4 | 40.2～57.8 | 52.9～118.8 | 66.2～81.8 |
| | Average value | 50.4 | 50.4 | 77.5 | 75.6 |
| Diamino fraction-N. | Values observed | 81.5～152.5 | —— | 21.9～99.8 | 55.7～60.5 |
| | Average value | 117.0 | —— | 36.7 | 58.7 |
| Diamino-N. | Values observed | 18.9～28.9 | 29.7～72.1 | 10.6～14.8 | 3.2～31.4 |
| | Average value | 24.7 | 46.8 | 12.5 | 16.5 |

以上の結果から鯖に於いては生殖腺の成熟期及び産卵期にかけて，アルコール可溶性アミノ窒素が増加するにも係わらず可溶性全窒素量が減少することは，卵精の成熟の為に組織蛋白が分解されるのではないかと考えられる。然しこの時期には粗蛋白質が比較的多量に存在しておるので魚肉蛋白の新陳代謝が極めて盛んであると思われる。尚この時期に於いてモノアミノ区窒素が多量で，デアミノ区窒素が比較的少ないのは清水[7]の鮪肉に就いて報告していることと良く一致し，産卵期に鯖肉の比較的不味な事は脂肪量の減少と共に之等非蛋白態窒素の影響に依ることが多い事が推察される。

# 摘　　要

(1) 香住地先産鰆（主として一本釣）について周年に亘り体長，体重，魚体各部分量，成分量の変動を調査した。

(2) 研究従事者及び経費の関係で多くの試料を調査することが出来ず，試料の採取も不満で必ずしも各時期の魚群を代表するとは考えられず，更に年令査定等の生物学的調査も行われなかつたので多くの仮定を設けねばならなかつた。然し本調査の結果から今後多くの試料を用いて調査すれば本調査結果から予想される下記の多くの事実が確認されるのではないかと想像される。

(3) 但馬地区で釣られる鰆は2年～4年生の鰆が主体で，産卵鰆の主体は3年魚であり，産卵前及び産卵後は2年魚が多く，産卵期及び11～12月の秋鰆は大型鰆が多い。25～41cm 内外の体長で数個の年令群で常に混合して釣獲される。鰆の成長は9月～翌年2月頃は成長が遅く3月～9月頃迄は成長が早い様に思われる。

(4) 体重は産卵後期（6月下旬～7月中旬）に急激に減少するが，8月頃から急激に増加して12月頃最高に達し以後3月迄は殆んど増加しないか，若しくは僅に減少する。4月以降は生殖腺の成熟と共に急激に増加して産卵盛期の6月中旬に最高に達する。産卵後期に減少するのは産卵の為であり，1月～3月頃にかけて体重の増加しない理由は摂餌等に基く栄養関係と考えられる。

体長と体重の関係は $W=0.0048\times L^{3.2929}$ で示される。

鰆の体重は 200～1,000g の範囲で 600g 前後のものが多く，夏期8～9月及び冬期2月頃のものは小型のものが多く，5～6月及び11～12月頃のものは大型のものが多い。

(5) 可食部重量は $W=0.0024\times L^{3.3952}$ で示される。150～750g の範囲で 200～500g 程度が多い。体長と可食部歩留りとは殆んど関係を示さない。可食部歩留りは 60～77 %の範囲で 65～70 %附近が多い。

可食部歩留りは11月頃が最高で以下徐々に減少し，生殖腺の成熟期となると急激に減少して産卵盛期には最低に達し，産卵が終了すると急激に上昇する。11月末頃から生殖腺の成熟が初まる4月頃迄に徐々に減少するのは栄養関係に基く肉質の疎細に依るものであり，4月以降6月中旬迄に急激に減少するのは生殖腺重量の増加の為であると考えられる。産卵後急激に増加するのは放卵に依る急激な生殖腺重量の減少に基く為で，7月以降11月迄の増加は栄養関係に基く肉質の肥満の為であると考えられる。

(6) 頭部重量は 40～160g の範囲で $W=0.0013\times L^{3.1833}$ で示される。然し頭部歩留りは体長が大となる程小さくなり頭部重量の占むる割合は小さくなる。11～23%で可成り広範囲の分布を示す。頭部歩留量の変化は体重の増減と反対で，体重の増加する11～12月及び産卵盛期の5～6月は最低を示し，産卵後の7月及び疎細期の2月頃最高を示す。

(7) 内臓量は体長の大となる程大であるが，内臓歩留り量は体長に影響されない。生殖腺を含めた全内臓量では産卵期が最大であるが，生殖腺重量を除いた内臓歩留り量は12月頃最高を示し，以降4月頃迄は漸減するが，4月から産卵初期の5月初旬迄は増加し，産卵期に入ると急激に減少し産卵後再び急激に増加する。産卵終了後急増するのは摂餌及び栄養関係に基く蓄積脂肪の増加に依るものであり，1月以降減少するのは摂餌及び栄養関係に基く蓄積脂肪の減少に依り，3月～5月迄の上昇は摂餌関係に依り，産卵期に於ける減少は摂餌関係に依るものと考えられる。

(8) 肝臓重量は 1.5～19.6g の範囲で体長が大となれば肝臓重量も大となる。然し栄養及び生殖時

期の影響が極めて大きく見られる。即ち肝臓重量は3月頃から急激に増加して産卵盛期には最高に達するが産卵終了と共に急激に減少し，7月上旬から徐々に増加して12月最高に達するが，2月には栄養関係に基く為と思われるが僅かに減少している。産卵後急激に肝臓重量が減少しておることは，産卵に依る体内エネルギーの急激な変化の平衡を保つ為に，肝臓実質が消費される為と考えられ，3月頃から産卵盛期に急増するのは，この平衡を保つ為に行われる，生理的原因に依る肝臓実質の蓄積に依る為であると考えられる。

(9) 幽門垂重量は2～23g内外の範囲で体長の増大と共に大となる。時期的変化は甚しくないが産卵終了時に僅かに減少する。

(10) 生殖腺は周年認められるが，肉眼的に明らかに性別が認められるのは3月下旬から7月末頃迄で，生殖腺の最大に達する時期は雌雄共に6月中旬であり，高年令群程生殖腺重量は大となる。概して雄の生殖腺重量は雌より大で最大の量は雄111g雌72gであつた。産卵時期は5月上旬から7月下旬迄であるが盛期は6月上中旬と思われる。生殖腺の歩留りは産卵盛期の6月上旬で雌平均6.1±2.2％，雄11.7±1.8％である。

(11) 肥満度は10.5～17.0の範囲で体長の大小との関係は認められない。時期的変化は4月頃から生殖腺の形成と共に増加して，5～6月の産卵期に最高に達するが，産卵に依つて1時低下し，8～9月頃から回復し初めて11～12月最高に達し，12月末から2月にかけては低下する。可食部のみの肥満度は9月頃から12月にかけて徐々に増加し12月末最高に達するが，2月には急に低下してそれ以降殆んど増減を示さないが，6月末に再び急激に減少している。即ち4月以降6月中旬迄の肥満度の増加は生殖腺の増量に依るものであつて可食部は殆んど増加しない。8月以降12月にかけての肥満度の増加は可食部即ち肉質の肥満化を示している。1月～2月にかけての肥満度の減少は蓄積脂肪や摂餌量の減少のみならず可食部肉質の減少を意味し，6月末の肥満度の減少も放卵に依るのみならず肉質の減少を示している。尚可食部の肥満度と体長には或る程度の関係が認められ，体長の大なるものの方が可食部肥満度は大である様である。

(12) 鯖の水分（H）脂肪（F）量は略一定の関係があり，F＝100.5－1.33Hで示される。但し脂肪量1.0～2.0％以下の場合には水分量に可成りの巾の変化が認められる。

(13) 鯖精肉の脂肪量は0.2～13.7％の範囲を示し，7月頃から急激に増加して12月末最高に達し，以後急激に減少して7月に最低に達する。12～3月頃にかけて急激に減少するのは主として食餌，栄養関係に基くものと考えられ，3月以降増加を示さず却つて徐々に減少しているのはこの時代の食餌は生殖腺形成の為のエネルギーになる為と考えられる。産卵に依つて急激な脂肪の減少が認められないのは抱卵中に於いても常に摂餌しており，また肝臓実質等が消耗されて急激な体力の消耗が認められないのではないかと想像される。

(14) 肥満度と脂肪量との間には関係が認められなかつた。

(15) 内臓脂肪量は0.1～41.7％の可成り広範囲の分布を示しているが，精肉脂肪量の増減と同様な現象と考えられる。即ち主として食餌栄養関係に基くと考えられ，餌料の種類は脂肪量の増大する7月～12月にかけてはアミ及び小イワシが多く，脂肪量の減少する直前である11～3月迄は小イカ，アジ等が多い。4月から再びアミを食餌とするが之は生殖腺の形成及び産卵エネルギーに消費される為と考えられる。

(16) 肝臓脂肪量は0.5～22％の分布を示す。7月末から徐々に増加して12月最高に達するが，2月には急激に減少し，更に5月から6月にかけて急激に減少して6月末最低となる。即ちこの原因は栄養及び生殖関係に依るものであるが，肝臓重量が2月から6月にかけて増量しているに係わらず脂肪量が減少していることは生殖腺の形成及び体力保持の為に肝臓脂肪が消費されているか，肝臓実質は

貯蔵され，産卵に依る急激な体力消耗を補う為に備えられているのではないかと考えられる。肝臓脂肪量が減少してから，放卵に依つて肝臓重量が急激に減少し，産卵終了後は肝臓脂肪量は急激に増加回復するが肝臓重量は左程急激に増加しておらない事と比較して興味のある現象である。

(17) 幽門垂の脂肪量は内臓脂肪量と同様な増減をなし 0.5～44 %の分布をなしている。

(18) 肝臓及び幽門垂のビタミンA濃度は含有脂肪量と余り密接な相関は認められない。即ち脂肪量の多い時には稀薄であるが，脂肪量が少ない時にも必ずしも高いとは限らない。肝油ビタミンAは痕跡～100(C.L.O.U.)，幽門垂は 0.1～18.8 (C.L.O.U.) の分布で，幽門垂油は肝油より全般的に低い値をとる様である。

時期的には脂肪量の少ない産卵期に高く，脂肪量の多い11～12月頃には低い値を示しており，肝臓及び幽門垂のビタミンAは卵の形成及び産卵の為には左程消費されない様に考えられる。唯2月頃の肝臓及び幽門垂油の含有量が極めて少ないのに係わらず，ビタミンA濃度が極めて低いのは食餌関係に依るものではないかと想像される。尚一般に肝油のビタミンAは老年魚の方が高い傾向を示している。

(19) 粗蛋白質は 21.7～25.5 %の範囲で著るしい変動はないが脂肪の増減と反対の傾向を呈し，産卵期に入ると増加し産卵直後には最高に達する。

(20) 揮発性塩基窒素量は 18.9～23.1mg 程度で鮮度低下が極めて早い。

(21) アルコール可溶性窒素量は 500～760mg% で生殖腺の形成と共に減少し，産卵終了と共に増加する。

(22) アルコール可溶性アミノ窒素量は 90～190mg %で可溶性窒素量と反対の傾向を示す。即ち生殖腺形成の為に組織蛋白質が分解され利用されると考えられるが，この時期には粗蛋白質量は比較的多いので，生殖腺形成時期に於いては魚肉蛋白の新陳代謝が極めて旺盛となるのではないかと考えられる。

(23) 産卵期に於いてはデアミノ区窒素に比較してモノアミノ区窒素が極めて多いので，産卵期に於ける春鯖の味の低下は，脂肪量の減少，水分の増加と共に之等非蛋白態窒素の影響に依ることも多いと推察される。

## 文　　献


1) 柏　田：鹿児島水専研究報告，(1)，54～78，1950.
2) 波多腰：日本化学会誌，(53) 824，(54) 582，(54) 983，昭 7～8.
3) 大島・春山・奥田：水産学会誌，(49) 5.
4) 山　本：水産研究誌，(32) 1，1937.
5) 福　岡：水産研究誌，(32) 182，1937.
6) 波多腰：日本農芸化学会誌，(14) 1943.
7) 福　岡：栄養化学研究所彙報，(3) 340，1928.
8) 奥：水産調査所報告，13，明治37年
9) 小倉・富士川：朝鮮総督府水産試験場事業報告 2，昭和 4 年
10) 大　石：北海道大学水産学部研究彙報 (3)，1，1952.
11) 相　川：日本水産学会誌，(6)，1937.
12) 大　内：日本海区水産研究所研究年報，(1)，33～37，,1954.

13) 座間・一戸：日本水産学会誌（17），57，1951.
14) 奥：水産調査所報告，(5)，75～92.
15) Dill：J. Biol, Chem. 48，1921.
16) 深山・猿谷：水産研究誌（32），574～578，1937.
17) 大谷・薄井・肋川：日本水産学会誌（5），308，1936.
18) 谷・袖山：日本水産学会誌（7），262～ 1939.
19) 清　水：日本水産学会誌（13），27～28，1947.
20) 福　岡：水産研究誌（32），181，1937.
21) Greene：J. Biol, Chem.（34），1919.
22) 波多腰：日本化学会誌（54），852～858，982～990，1933.
23) 野　口：水産研究誌（35）3，昭和15年
24) 武井・小林：日本水産学会誌（7），119～121，1939.
25) 大　谷：日本水産学会誌（8），313～318，1940.
26) Mac Pheson：Reports of Neufoundland, Fish, Research Commision.（11）2，1933.
27) 河　合：薬学（50），809～835，836～842，951～974，975～984，984～998，1930.
28) 富士川：処理加工並生物生理，朝鮮総督府水産試験所報告，昭和6年
29) Bull：Biol. Assoc.（15），207，1928.
30) Ernest Lloyd：J. Biol. Chem.（33），483，1918.
31) 波多腰：日本化学会誌（56），221～229，1935.
32) 福　原：北海道水試旬報（564），28～31，1943.
33) 関根・秋山：水講研究報告（22），34～39.
34) 清　水：日本水産学会誌（15），28～31，1948.

（1） July 17, (1951)　但馬地区釣り鯖の部分品及び成分量調査表（1951年7月～1952年6月）

| No. | 性別 | 体長 | 体重 | 可食部 | 内臓 | 頭部 | 肝臓 | 幽門垂 | 生殖腺 | 胃重量 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cm | g | g | g | g | g | g | g | g |
| 1 | ♂ | 38.5 | 770 | 520 | 112 | 138 | 5.2 | 8.9 | 70 | 9 |
| 2 | ♀ | 35.0 | 590 | 400 | 81 | 109 | 10.6 | 9.2 | 38 | 8 |
| 3 | ♀ | 35.0 | 580 | 375 | 85 | 120 | 8.8 | 7.8 | 28 | 12 |
| 4 | ♀ | 33.5 | 500 | 345 | 61 | 94 | 6.0 | 6.9 | 8 | 26 |
| 5 | ♂ | 31.5 | 485 | 320 | 74 | 91 | 4.5 | 6.7 | 52 | 9 |
| 6 | ♀ | 34.0 | 500 | 345 | 55 | 100 | 7.7 | 7.1 | 13 | 14 |
| 7 | ♀ | 32.0 | 470 | 320 | 64 | 86 | 9.2 | 7.0 | 21 | 11 |
| 8 | ♂ | 32.5 | 420 | 290 | 42 | 88 | 9.1 | 7.5 | 4 | 18 |
| 9 | ♂ | 31.5 | 420 | 280 | 64 | 76 | 3.2 | 5.4 | 38 | 5 |
| 10 | ♂ | 31.0 | 410 | 270 | 55 | 85 | 4.2 | 6.0 | 31 | 5 |
| 11 | ♀ | 31.0 | 420 | 290 | 46 | 84 | 6.6 | 3.9 | 17 | 8 |
| 12 | ♂ | 31.5 | 435 | 305 | 48 | 82 | 4.1 | 7.1 | 11 | 10 |
| 13 | ♀ | 30.0 | 400 | 260 | 60 | 80 | 7.1 | 5.8 | 24 | 11 |
| 14 | ♀ | 30.0 | 370 | 250 | 46 | 74 | 4.4 | 3.9 | 15 | 14 |
| 15 | ♂ | 27.5 | 250 | 180 | 22 | 48 | 2.0 | 3.8 | 6 | 4 |
| 16 | ♂ | 27.0 | 255 | 180 | 26 | 49 | 2.5 | 3.2 | 6 | 8 |
| 17 | ♂ | 26.5 | 255 | 170 | 32 | 53 | 2.3 | 3.8 | 12 | 5 |

（2） August 28, 1951.　（香住沖巾着網による）

| No. | 性別 | 体長 | 体重 | 可食部 | 頭部 | 内臓 | 肝臓 | 幽門垂 | 生殖腺 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cm | g | g | g | g | g | g | |
| 1 | | 28.0 | 270.0 | 200.0 | 50 | 19.6 | 2.2 | 4.8 | |
| 2 | | 26.5 | 240.0 | 160.0 | 44 | 36.2 | 2.6 | 5.7 | |
| 3 | | 29.0 | 315.0 | 225.0 | 60 | 28.8 | 3.9 | 6.9 | |
| 4 | | 28.0 | 270.0 | 195.0 | 50 | 24.6 | 3.2 | 5.5 | |
| 5 | | 29.5 | 290.0 | 215.0 | 54 | 20.7 | 2.9 | 6.2 | |
| 6 | | 27.5 | 265.0 | 190.0 | 48 | 26.5 | 2.9 | 6.8 | |
| 7 | | 26.5 | 215.0 | 155.0 | 42 | 18.0 | 2.3 | 3.7 | |

| 胃内容 | 肥満度 FA | 肥満度 FB | 生殖腺熟度 | 精肉 水分 | 精肉 脂肪 | 肝臓 脂肪 | 肝臓 V.A | 幽門垂 脂肪 | 幽門垂 V.A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| アミ | 13.49 | 9.11 | 熟 | 73.0 | 0.84 | 2.3 | 40.0 | 2.0 | 15.3 |
| なし | 13.76 | 9.3 | 放中 | – | – | – | – | – | – |
| アミ | 13.52 | 8.74 | 〃 | 74.8 | 0.57 | 2.1 | 40.0 | 1.5 | 18.8 |
| 〃 | 13.3 | 9.17 | 放後 | 72.7 | 0.51 | 2.1 | 7.4 | 1.5 | 1.1 |
| 〃 | 15.5 | 10.23 | 放中 | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 12.7 | 8.77 | 放後 | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 14.3 | 9.76 | 放中 | – | – | – | – | – | – |
| 液不明 | 12.2 | 8.44 | 放後 | 72.7 | 0.29 | 1.0 | 12.2 | 1.1 | 2.2 |
| なし | 13.4 | 8.95 | 熟 | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 13.76 | 9.60 | 放中 | – | – | – | – | – | – |
| アミ | 14.1 | 9.73 | 放後 | 75.1 | 0.29 | 1.9 | 11.5 | – | – |
| 〃 | 13.9 | 9.75 | 〃 | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 14.8 | 9.63 | 放中 | 73.5 | 0.64 | 3.2 | 10.7 | 2.3 | 1.3 |
| 〃 | 13.7 | 9.26 | 〃 | – | – | – | – | – | – |
| なし | 12.0 | 8.65 | 未熟 | – | – | – | – | – | – |
| アミ | 12.9 | 9.14 | 〃 | 73.7 | 0.47 | 1.9 | 3.8 | 1.8 | 1.3 |
| 〃 | 13.7 | 9.13 | 〃 | – | – | – | – | – | – |

| 胃内容 | 肥満度 FA | 肥満度 FB | 精肉 水分 % | 精肉 脂肪 % | 肝臓 脂肪 % | 肝臓 V.A | 幽門垂 脂肪 | 幽門垂 V.A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| イワシ | 12.30 | 11.7 | 72.3 | 2.07 | 5.90 | 0.8 | 7.78 | 0.8 |
| 〃 | 12.89 | 8.60 | 74.0 | 0.86 | 0.40 | 1.0 | 2.09 | 2.5 |
| 〃 | 12.9 | 9.20 | 74.0 | 0.52 | 3.92 | 1.0 | 8.88 | 0.3 |
| 〃 | 12.29 | 11.4 | – | – | 3.88 | 3.2 | 6.55 | 1.1 |
| 〃 | 11.29 | 8.37 | – | – | 8.43 | 0.8 | 1.17 | 0.5 |
| 〃 | 12.7 | 9.1 | – | – | 3.99 | 1.3 | 6.13 | 1.2 |
| 〃 | 11.5 | 8.30 | – | – | 8.73 | 2.0 | 2.81 | 3.8 |

(3) September 8, 1951.

| No. | 性別 | 体長 | 体重 | 可食部 | 頭部 | 内臓 | 肝臓 | 幽門垂 | 胃内容 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cm | g | g | g | g | g | g | |
| 1 | ♀ | 3.90 | 845 | 575 | 186 | 79.2 | 9.2 | 22.4 | アミ |
| 2 | | 31.0 | 415 | 300 | 75 | 36.4 | 4.3 | 8.8 | 〃 |
| 3 | | 34.0 | 570 | 400 | 95 | 71.4 | 6.1 | 8.6 | 消化液 |
| 4 | ♀ | 33.0 | 510 | 357 | 96 | 55.0 | 4.9 | 11.6 | アミ |
| 5 | | 27.5 | 270 | 180 | 56 | 33.1 | 3.3 | 5.6 | 消化液 |
| 6 | | 29.5 | 345 | 249 | 69 | 25.6 | 3.0 | 3.4 | アミ |
| 7 | ♀ | 33.0 | 520 | 385 | 92 | 40.9 | 5.2 | 7.5 | 〃 |
| 8 | | 29.0 | 330 | 230 | 60 | 37.8 | 4.6 | 6.7 | 〃 |
| 9 | ♀(9.6g) | 37.0 | 800 | 585 | 134 | 66.8 | 8.5 | 11.4 | 〃 |
| 10 | | 32.5 | 555 | 415 | 88 | 47.6 | 8.6 | 11.4 | 〃 |
| 11 | | 32.0 | 425 | 300 | 75 | 38.3 | 5.6 | 7.2 | 〃 |
| 12 | | 30.5 | 355 | 250 | 65 | 38.4 | 3.6 | 4.9 | 〃 |
| 13 | | 29.0 | 310 | 209 | 60 | 37.8 | 3.6 | 5.2 | 〃 |
| 14 | | 28.5 | 305 | 230 | 58 | 16.2 | 3.6 | 4.1 | 消化液 |
| 15 | | 28.5 | 330 | 231 | 57 | 38.1 | 3.6 | 6.9 | アミ |
| 16 | | 28.3 | 295 | 210 | 52 | 33.9 | 4.2 | 7.0 | 〃 |
| 17 | | 29.0 | 305 | 225 | 55 | 21.6 | 4.2 | 7.1 | 〃 |
| 18 | | 27.5 | 290 | 199 | 52 | 37.1 | 2.7 | 8.5 | 消化液 |
| 19 | | 28.0 | 300 | 214 | 53 | 32.8 | 4.0 | 6.1 | アミ |
| 20 | | 28.5 | 300 | 214 | 57 | 25.3 | 3.6 | 5.4 | 〃 |

(4) November 12, 1951.

| No. | 性別 | 体長 | 体重 | 可食部 | 頭部 | 内臓 | 肝臓 | 幽門垂 | 胃内容 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cm | g | g | g | g | g | g | |
| 1 | ♀ | 35.4 | 635 | 475 | 91 | 64 | 5.9 | 9.1 | 小カイ<br>小アジ |
| 2 | ♀ | 37.0 | 855 | 655 | 107 | 80 | 6.8 | 13.3 | 〃 |
| 3 | ♂ | 37.0 | 710 | 525 | 106 | 65 | 6.3 | 11.2 | 〃 |
| 4 | ♀ | 38.2 | 690 | 505 | 114 | 65 | 6.8 | 11.0 | 〃 |
| 5 | | 37.8 | 715 | 505 | 117 | 79 | 8.4 | 13.4 | 消化液 |
| 6 | ♀ | 37.0 | 690 | 515 | 103 | 66 | 6.5 | 11.0 | なし |
| 7 | ♀ | 38.0 | 762 | 580 | 103 | 74 | 9.1 | 13.0 | なし |
| 8 | | 35.4 | 590 | 445 | 93 | 45 | 6.4 | 7.6 | なし |
| 6 | ♀ | 37.8 | 717 | 535 | 105 | 67 | 7.1 | 10.7 | なし |
| 10 | ♀ | 37.4 | 722 | 560 | 100 | 58 | 6.3 | 8.7 | 粘液物 |

| 肥満度 FA | 肥満度 FB | 精肉 水分 | 精肉 脂肪 | 内臓 水分 | 内臓 脂肪 | 肝臓 脂肪 | 肝臓 V.A | 幽門垂 脂肪 | 幽門垂 V.A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | % | % | % | % | % | C.L.O.U. | % | C.L.O.U. |
| 14.2 | 9.69 | 70.6 | 6.26 | 39.2 | 24.4 | 3.1 | 1.7 | 22.8 | 3.9 |
| 12.5 | 10.07 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 13.5 | 10.17 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 14.1 | 9.93 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 12.9 | 8.65 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 13.4 | 9.69 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 14.4 | 10.71 | 69 4 | 7.68 | 46.5 | 33.0 | 12.7 | 0.3 | 22.1 | 0.1 |
| 13.4 | 9.43 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 14.7 | 11.54 | – | – | 50.0 | 34.6 | 20.8 | 1.1 | 44.4 | 0.1 |
| 16.1 | 12.08 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 12.9 | 9.15 | 72.5 | 4.12 | 23.9 | 12.0 | 7.9 | 0.7 | 15.3 | 0.3 |
| 12.5 | 8.81 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 12.6 | 8.56 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 13.1 | 9.93 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 14.1 | 9.97 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 12.7 | 9.26 | 71.6 | 4.78 | 29.2 | 15.4 | 7.4 | – | 13.3 | 0.1 |
| 12.5 | 9.22 | – | – | – | – | – | trace | – | – |
| 13.9 | 9.56 | 74.7 | 1.28 | 22.8 | 8.3 | 5.4 | – | 15.5 | 0.7 |
| 13.6 | 9.41 | 73.4 | 3.84 | 27.1 | 6.5 | 7.8 | 0.7 | 11.7 | 0.6 |
| 12.9 | 9.24 | – | – | – | – | – | 0.3 | – | – |

| 肥満度 FA | 肥満度 FB | 精肉 水分 | 精肉 脂肪 | 内臓 水分 | 内臓 脂肪 | 肝臓 脂肪 | 肝臓 V.A | 幽門垂 脂肪 | 幽門垂 V.A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | % | % | % | % | % | C.L.O.U. | % | C.L.O.U. |
| 14.3 | 10.70 | 71.6 | 5.25 | 28.9 | 13.8 | 10.6 | 10.0 | 11.5 | 1.6 |
| 16.8 | 12.93 | – | – | 8.7 | 41.7 | 19.6 | 5.0 | 14.5 | 0.9 |
| 14.0 | 10.36 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 12.3 | 9.06 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 13.2 | 9.35 | 72.3 | 5.07 | 33.5 | 25.8 | 14.5 | 10.0 | 16.9 | 1.7 |
| 13.6 | 10.16 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 13.8 | 10.57 | 71.1 | 6.24 | 21.7 | 35.0 | 21.9 | trace | 11.9 | 0.8 |
| 13.2 | 10.03 | – | – | 21.0 | 7.2 | – | 11.3 | 8.1 | 2.0 |
| 13.2 | 9.90 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 13.8 | 10.7 | – | – | – | – | – | – | – | – |

(5) December 26, 1951.

| No. | 性別 | 体長 | 体重 | 可食部 | 頭部 | 内臓 | 肝臓 | 幽門垂 | 生殖腺 | 胃内容 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cm | g | g | g | g | g | g | | |
| 1 | ♀ | 36.5 | 800 | 560 | 171 | 88 | 7.6 | 11.4 | | エビ，イカ泥状物 |
| 2 | | 37.0 | 866 | 630 | 123 | 101 | 8.2 | 19.1 | | 〃 |
| 3 | | 36.5 | 783 | 575 | 126 | 81 | 9.9 | 14.0 | | 〃 |
| 4 | ♀ | 36.0 | 672 | 485 | 105 | 80 | 8.5 | 13.2 | | 〃 |
| 5 | | 37.0 | 876 | 645 | 113 | 109 | 7.8 | 15.4 | | 〃 |
| 6 | ♀ | 36.4 | 740 | 545 | 115 | 81 | 6.7 | 16.0 | | 〃 |
| 7 | | 37.5 | 835 | 615 | 121 | 92 | 8.6 | 20.8 | | 〃 |
| 8 | ♀ | 37.3 | 792 | 565 | 119 | 105 | 7.8 | 13.0 | | 35.5g |
| 9 | ♀ | 37.5 | 804 | 595 | 118 | 89 | 7.9 | 18.1 | | 〃(最大) |
| 10 | ♀ | 37.5 | 781 | 575 | 118 | 93 | 8.7 | 14.9 | | 〃 |
| 11 | | 37.0 | 716 | 530 | 115 | 71 | 7.5 | 11.7 | | 〃 |
| 12 | | 34.8 | 681 | 495 | 105 | 81 | 6.9 | 11.2 | | 〃 |
| 13 | ♀ | 39.0 | 991 | 740 | 144 | 104 | 13.0 | 23.4 | | 〃 |
| 14 | ♂ | 37.3 | 790 | 560 | 135 | 90 | 10.5 | 14.9 | | 〃 |

(6) February 1, 1952.

| No. | 性別 | 体長 | 体重 | 可食部 | 頭部 | 内臓 | 肝臓 | 幽門垂 | 生殖腺 | 肥満度 FA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | mc | g | g | g | g | g | g | | |
| 1 | ♀ | 28.6 | 290 | 196 | 59 | 30 | 3.6 | 4.0 | | 12.3 |
| 2 | | 31.2 | 366 | 259 | 72 | 32 | 4.1 | 5.7 | | 12 0 |
| 3 | | 25.8 | 226 | 155 | 45 | 23 | 2.9 | 5.0 | | 13.1 |
| 4 | | 29.4 | 315 | 221 | 58 | 34 | 2.9 | 7.6 | | 12.3 |
| 5 | ♀ | 29.2 | 315 | 210 | 61 | 40 | 3.4 | 5.2 | | 12.6 |
| 6 | ♀ | 27.5 | 278 | 190 | 53 | 33 | 3.3 | – | | 13.3 |
| 7 | | 28.2 | 249 | 171 | 50 | 23 | 2.6 | 4.3 | | 11.1 |
| 8 | ♀ | 26.2 | 221 | 155 | 46 | 20 | 2.1 | 3.2 | | 12.2 |
| 9 | ♀ | 27.5 | 251 | 171 | 52 | 26 | 2.6 | 5.8 | | 12.0 |
| 10 | | 2.65 | 215 | 145 | 46 | 21 | 2.0 | 2.6 | | 11.5 |
| 11 | ♀ | 26.7 | 214 | 145 | 49 | 18 | 1.6 | 2.9 | | 11.2 |
| 12 | ♀ | 33.2 | 516 | 365 | 95 | 56 | 6.6 | 13.7 | | 14.1 |
| 13 | | 35.0 | 561 | 405 | 107 | 49 | 5.2 | 12.6 | | 13 0 |
| 14 | ♀ | 32.0 | 484 | 355 | 80 | 43 | 5.4 | 10.0 | | 14.7 |
| 15 | | 33.8 | 515 | 376 | 94 | 39 | 6.2 | 11.8 | | 13.3 |
| 16 | | 36.0 | 670 | 495 | 121 | 54 | 6.2 | 12.6 | | 14.3 |
| 17 | ♂ | 39.5 | 937 | 680 | 166 | 83 | 10.6 | 16.0 | | 15.2 |

| 肥満度 | 肥満度 | 精肉 | | 内臓 | | 肝臓 | | 幽門垂 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FA | FB | 水分 | 脂肪 | 水分 | 脂肪 | 脂肪 | V. A | 脂肪 | V. A |
| | | % | % | % | % | % | C.L.O.U. | % | C.L.O.U. |
| 16.4 | 11.51 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 17.0 | 12.43 | 65.5 | 13.62 | 54.7 | 24.2 | 16.3 | 3.0 | 19.2 | 0.9 |
| 16.1 | 11.82 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 14.4 | 10.39 | 69.7 | 7.80 | 68.7 | 21.4 | 10.3 | 2.0 | 16.5 | 0.7 |
| 17.2 | 12.73 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 15.2 | 11.30 | 68.5 | 9.34 | 52.5 | 34.3 | 14.2 | 2.5 | 28.1 | 0.2 |
| 15.8 | 11.66 | 65.1 | 13.18 | 57.4 | 36.0 | 15.9 | 5.0 | 35.1 | 0.4 |
| 15.0 | 10.88 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 15.2 | 11.28 | 67.5 | 10.36 | 59.8 | 20.3 | 14.6 | 2.5 | 35.0 | 0.3 |
| 14.8 | 10.90 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 14.1 | 10.46 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 16.1 | 11.74 | 68.9 | – | 58.9 | 32.2 | 19.0 | 1.2 | 29.2 | 0.8 |
| 16.7 | 12.47 | 66.2 | 12.52 | 53.8 | 30.3 | 10.6 | 1.8 | 36.3 | – |
| 14.9 | 10.79 | – | – | – | – | – | – | – | – |

| 肥満度 | 胃内容 | 精肉 | | 内臓 | | 肝臓 | | 幽門垂 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FB | | 水分 | 脂肪 | 水分 | 脂肪 | 脂肪 | V. A | 脂肪 | V. A |
| 8.38 | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 8.53 | | 76.4 | 0.08 | 85.2 | 0.47 | 2.1 | 1.5 | 1.5 | 1.3 |
| 9.03 | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 8.70 | | – | – | 86.0 | 0.74 | 2.2 | 1.2 | 1.3 | 0.4 |
| 8.43 | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 9.14 | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 7.63 | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 8.62 | | – | – | 83.3 | 0.73 | 2.2 | 1.5 | – | – |
| 8.22 | | 76.6 | 0.10 | 86.0 | 0.59 | – | 2.0 | 1.4 | – |
| 7.76 | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 7.67 | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 9.94 | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 9.45 | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 10.83 | | 72.1 | 4.88 | 70.8 | 16.70 | 5.4 | 0.8 | 10.7 | 0.2 |
| 9.74 | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 10.61 | | 74.1 | 2.58 | 64.4 | 20.10 | 12.5 | 1.8 | 11.3 | 0.2 |
| 11.03 | | 69.8 | 7.45 | 53.9 | 30.60 | 13.8 | 2.6 | 18.5 | trace |

胃内容物は何れも小イカ及白色、薄黄色粘質物

(7) March 29, 1952.

| No. | 性別 | 体長 | 体重 | 可食部 | 内臓 | 頭部 | 肝臓 | 幽門垂 | 生殖腺 | 胃重量 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cm | g | g | g | g | g | g | g | |
| 1 | ♂ | 37.4 | 775 | 553 | 67 | 155 | 10.7 | 12.1 | 11.2 | |
| 2 | ♂ | 33.2 | 460 | 333 | 42 | 85 | 9.8 | 6.9 | 3.4 | |
| 3 | ♂ | 30.4 | 370 | 261 | 44 | 65 | 8.4 | 6.7 | 2.4 | |
| 4 | ♂ | 32.4 | 455 | 325 | 45 | 85 | 10.3 | 8.6 | 4.5 | |
| 5 | ♀ | 33.0 | 455 | 334 | 41 | 80 | 8.6 | 6.6 | 4.8 | |
| 6 | ♂ | 30.6 | 340 | 244 | 36 | 60 | 7.0 | 3.3 | 3.1 | |
| 7 | ♀ | 30.8 | 355 | 270 | 30 | 55 | 6.2 | 8.0 | 2.5 | |
| 8 | ♀ | 29.6 | 350 | 259 | 36 | 55 | 9.8 | 7.4 | 3.1 | |
| 9 | ♀ | 28.8 | 325 | 228 | 37 | 60 | 8.2 | 5.4 | 2.5 | |
| 10 | ♀ | 29.6 | 330 | 234 | 31 | 65 | 4.3 | 5.3 | 2.8 | |
| 11 | ♀ | 31.2 | 380 | 271 | 34 | 75 | 6.1 | 6.0 | 2.9 | |
| 12 | ♀ | 32.0 | 405 | 284 | 46 | 75 | 8.6 | 9.3 | 3.3 | |
| 13 | ♀ | 30.6 | 370 | 259 | 41 | 70 | 10.8 | 8.2 | 3.4 | |
| 14 | ♀ | 30.8 | 385 | 272 | 48 | 65 | 10.6 | 6.9 | 3.6 | |
| 15 | ♂ | 30.5 | 330 | 243 | 27 | 60 | 5.3 | 6.0 | trace | |
| 16 | ♀ | 30.4 | 355 | 259 | 41 | 55 | 7.6 | 6.2 | 2.6 | |
| 17 | ♀ | 30.2 | 345 | 261 | 29 | 55 | 3.8 | 5.3 | trace | |
| 18 | ♀ | 30.2 | 360 | 258 | 37 | 65 | 8.8 | 5.8 | 2.9 | |
| 19 | ♂ | 30.0 | 295 | 212 | 28 | 55 | 4.7 | 6.2 | trace | |
| 20 | ? | 28.4 | 245 | 169 | 31 | 45 | 3.6 | 4.0 | 〃 | |
| 21 | ? | 27.6 | 245 | 177 | 23 | 45 | – | 3.9 | 〃 | |
| 22 | ? | 30.2 | 310 | 230 | 25 | 55 | 4.5 | 4.7 | 〃 | |
| 23 | ♂ | 30.4 | 350 | 235 | 55 | 60 | 8.2 | 5.5 | trace | |

(8) May 9, 1952.

| No. | 性別 | 体長 | 体重 | 可食部 | 内臓 | 頭部 | 肝臓 | 幽門垂 | 生殖腺 | 胃重量 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cm | g | g | g | g | g | g | g | |
| 1 | ♂ | 38.0 | 880 | 605 | 145 | 130 | 8.7 | 16.5 | 93 | 11.1 |
| 2 | ♀ | 37.6 | 780 | 502 | 133 | 145 | 15.9 | 13.6 | 72 | 15.1 |
| 3 | ♀ | 31.3 | 408 | 275 | 57 | 76 | 6.2 | 7.4 | 9 | 18.1 |
| 4 | ♀ | 32.6 | 495 | 340 | 76 | 79 | 11.7 | 13.6 | 10 | 22.3 |
| 5 | ♀ | 35.4 | 590 | 415 | 81 | 94 | 10.7 | 8.9 | 29 | – |
| 6 | ♂ | 30.4 | 385 | 265 | 57 | 63 | 4.0 | 7.7 | 23 | 13.6 |
| 7 | ♂ | 31.2 | 410 | 285 | 56 | 69 | 6.0 | 9.3 | 16 | 17.8 |
| 8 | ♂ | 30.6 | 355 | 240 | 51 | 64 | 4.8 | 9.7 | 10 | 10.9 |
| 9 | ♀ | 32.2 | 475 | 345 | 56 | 74 | 8.3 | 9.7 | 13 | 14.9 |
| 10 | ♂ | 30.6 | 360 | 245 | 47 | 68 | 5.9 | 8.1 | – | 11.5 |
| 11 | ♀ | 34.2 | 550 | 400 | 65 | 85 | 4.6 | 2.4 | 10 | 11.4 |
| 12 | ♂ | 41.0 | 910 | 630 | 129 | 151 | 4.6 | 7.7 | 49 | 11.7 |
| 13 | ♀ | 36.4 | 770 | 520 | 133 | 117 | 15.2 | 14.7 | 43 | 43.1 |
| 14 | ♂ | 32.3 | 455 | 300 | 76 | 79 | 7.1 | 9.2 | 15 | 29.6 |
| 15 | ♀ | 35.3 | 720 | 525 | 90 | 105 | 11.2 | 11.8 | 17 | 21.3 |
| 16 | ♀ | 34.4 | 585 | 415 | 79 | 91 | 9.3 | 10.0 | 14 | 26.8 |
| 17 | ♀ | 35.0 | 620 | 430 | 89 | 101 | 12.5 | 15.0 | 8 | 23.8 |
| 18 | ♀ | 33.2 | 490 | 345 | 57 | 88 | 8.3 | 10.1 | 6 | 10.9 |
| 19 | ♀ | 31.5 | 465 | 325 | 59 | 81 | 8.7 | 11.2 | 10 | 13.3 |
| 20 | ♂ | 37.8 | 720 | 500 | 110 | 110 | 9.5 | 13.0 | 27 | 27.9 |
| 21 | ♂ | 32.8 | 505 | 340 | 64 | 101 | 7.0 | 7.4 | 74 | 11.3 |

| 胃内容 | 肥満度 FA | 肥満度 FB | 精肉 水分 | 精肉 脂肪 | 内臓 水分 | 内臓 脂肪 | 肝臓 脂肪 | 肝臓 V.A | 幽門垂 脂肪 | 幽門垂 V.A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 大部分は小イカ、他にアミ | 15.3 | 10.57 | 74.7 | 2.22 | 75.1 | 6.3 | 10.3 | 7.2 | 9.7 | 1.2 |
| | 12.5 | 8.62 | 76.2 | 0.80 | 86.8 | 1.1 | 4.8 | 2.6 | 2.3 | 5.7 |
| | 13.1 | 9.29 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 13.3 | 9.55 | 76.1 | 0.64 | 81.8 | 1.1 | 9.1 | 0.7 | 1.9 | 11.9 |
| | 12.6 | 9.29 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 11.8 | 8.51 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 12.1 | 9.24 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 13.4 | 9.98 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 13.6 | 9.54 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 12.7 | 9.02 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 12.5 | 8.92 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 12.3 | 9.0 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 12.9 | 9.03 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 13.1 | 9.3 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 11.6 | 8.56 | – | – | 79.6 | 3.0 | 11.4 | 1.2 | 3.7 | 2.6 |
| | 12.6 | 9.21 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 12.5 | 9.47 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 13.6 | 9.36 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 10.9 | 7.85 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 10.6 | 7.37 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 11.6 | 8.41 | 76.6 | 0.50 | 84.3 | 0.7 | 7.1 | 11.6 | 2.2 | 12.0 |
| | 11.2 | 8.35 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | 12.4 | 8.36 | 76.9 | 0.54 | 80.5 | 0.6 | 4.0 | 2.9 | 1.7 | 10.0 |

| 胃内容 | 肥満度 FA | 肥満度 FB | 精肉 水分 | 精肉 脂肪 | 内臓 水分 | 内臓 脂肪 | 肝臓 脂肪 | 肝臓 V.A | 幽門垂 脂肪 | 幽門垂 V.A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| アミ白色泥状 | 16.0 | 11.0 | 72.4 | 2.66 | 21.4 | – | 10.2 | 5.7 | 2.2 | 12.0 |
| 不明黄色泥塊 | 16.7 | 9.44 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| アミ | 13.3 | 8.96 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 14.3 | 9.81 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 13.2 | 9.35 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 13.7 | 9.43 | 73.8 | 0.58 | 20.0 | 1.5 | 6.1 | 5.0 | 3.0 | 4.1 |
| 〃 | 13.4 | 9.38 | 73.6 | 0.80 | 19.5 | – | 6.6 | 4.5 | 2.8 | 10.0 |
| 〃 | 12.3 | 8.37 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 14.1 | 10.33 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 12.5 | 8.55 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 13.7 | 9.99 | 73.7 | 1.72 | 25.4 | – | 18.0 | 6.6 | 12.7 | 3.3 |
| 〃 | 13.2 | 9.14 | 74.8 | 0.54 | 19.2 | – | 11.7 | 51.2 | 6.6 | 6.6 |
| 〃 | 15.9 | 10.78 | 73.4 | 1.68 | 17.1 | 1.4 | 3.3 | 27.5 | 2.4 | 8.9 |
| 〃 | 13.5 | 8.90 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 16.3 | 11.93 | 67.7 | 7.84 | 27.2 | 8.1 | 9.8 | 5.0 | 23.0 | 1.7 |
| 〃 | 14.2 | 10.10 | 73.8 | 0.62 | 18.5 | – | 5.2 | 2.5 | 13.8 | 1.6 |
| 〃 | 14.8 | 10.03 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 13.3 | 9.42 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 14.8 | 10.39 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 13.3 | 9.25 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 14.3 | 9.63 | – | – | – | – | – | – | – | – |

(9) May 26, 1952.

| No. | 性別 | 体長 | 体重 | 可食部 | 内臓 | 頭部 | 肝臓 | 幽門垂 | 生殖腺 | 胃重量 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cm | g | g | g | g | g | g | g | g |
| 1 | ♂ | 39.0 | 855.0 | 560.0 | 158.0 | 187 | 8.0 | 10.7 | 83.5 | 36 |
| 2 | ♀ | 39.0 | 755.0 | 510.0 | 122.0 | 123 | 14.8 | 12.5 | 54.5 | 15 |
| 3 | ♀ | 37.5 | 755.0 | 490.0 | 136.0 | 129 | 15.9 | 12.7 | 39.5 | 35 |
| 4 | ♀ | 37·5 | 760.0 | 515.0 | 128.0 | 117 | 19.7 | 11.0 | 52.5 | 20 |
| 5 | ♀ | 36.0 | 670.0 | 460.0 | 82.0 | 128 | 9.55 | 7.6 | 29.0 | 17 |
| 6 | ♀ | 34.5 | 645.0 | 430.0 | 116.0 | 79 | 11.4 | 12.2 | 17.0 | 54 |
| 7 | ♀ | 36.0 | 635.0 | 420.0 | 99.0 | 116 | 15.3 | 10.2 | 40.0 | 14 |
| 8 | ♂ | 36.0 | 645.0 | 430.0 | 127.0 | 83 | 7.3 | 10.6 | 69.0 | 13 |
| 9 | ♂ | 34.5 | 595.0 | 385.0 | 113.0 | 93 | 6.15 | 7.6 | 68.0 | 14 |
| 10 | ♀ | 35.0 | 590.0 | 395.0 | 94.0 | 101 | 14·2 | 8.6 | 34.5 | 20 |
| 11 | ♀ | 34.5 | 565.0 | 380.0 | 85.0 | 100 | 12.2 | 12.7 | 31.5 | 14 |
| 12 | ♂ | 33.5 | 500.0 | 330.0 | 89.0 | 81 | 5.4 | 8.3 | 55.0 | 10 |
| 13 | ♀ | 33.5 | 535.0 | 360.0 | 88.0 | 87 | 12.35 | 11.3 | 30.0 | 19 |
| 14 | ♀ | 31.5 | 460.0 | 310.0 | 79.0 | 71 | 10.15 | 9.3 | 25.0 | 22 |
| 15 | ♀ | 31.0 | 465.0 | 300.0 | 82.0 | 83 | 12.2 | 9.3 | 20.0 | 28 |
| 16 | ♀ | 32.0 | 460.0 | 290.0 | 96.0 | 74 | 7.8 | 8.4 | 42.0 | 28 |
| 17 | ♀ | 31.5 | 460.0 | 315.0 | 73.0 | 72 | 8.6 | 9.7 | 16.0 | 25 |
| 18 | ♀ | 31.0 | 400.0 | 265.0 | 63.0 | 72 | 9.1 | 6.7 | 27.0 | 9 |
| 19 | ♂ | 31.0 | 400.0 | 265.0 | 65.0 | 70 | 5.8 | 6.1 | 31.0 | 15 |
| 20 | ♂ | 31.0 | 435.0 | 290.0 | 68.0 | 77 | 6.85 | 9.7 | 12.0 | 24 |

(10) June 8, 1952.

| No. | 性別 | 体長 | 体重 | 可食部 | 頭部 | 内臓 | 肝臓 | 幽門垂 | 生殖腺 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cm | g | g | g | g | g | g | g |
| 1 | ♀ | 37.0 | 610 | 405 | 100 | 92 | 13.1 | 9.6 | 44.0 |
| 2 | ♀ | 36.3 | 635 | 430 | 101 | 97 | 14.6 | 10.7 | 38.6 |
| 3 | ♂ | 35.8 | 720 | 470 | 119 | 119 | 7.0 | 9.0 | 69.5 |
| 4 | ♀ | 37.5 | 716 | 475 | 118 | 118 | 18.0 | 14.3 | 52.6 |
| 5 | ♂ | 32.7 | 433 | 287 | 70 | 73 | – | 6.1 | 13.1 |
| 6 | ♂ | 37.5 | 749 | 475 | 120 | 153 | 8.6 | 13.0 | 82.1 |
| 7 | ♀ | 37.4 | 607 | 375 | 115 | 105 | 7.1 | 15.8 | 35.3 |
| 8 | ♀ | 35.8 | 673 | 430 | 111 | 123 | 6.5 | 8.0 | 55.5 |
| 9 | ♂ | 40.4 | 880 | 565 | 138 | 199 | 7.8 | 15.0 | 108.2 |
| 10 | ♀ | 35.0 | 620 | 400 | 88 | 124 | 11.8 | 9.5 | 48.5 |
| 11 | ♀ | 35.8 | 627 | 420 | 95 | 109 | 13.1 | 10.2 | 42.0 |
| 12 | ♀ | 38.9 | 805 | 540 | 128 | 135 | 14.2 | 12.8 | 65.1 |
| 13 | ♂ | 34.7 | 560 | 373 | 73 | 108 | 3.5 | 9.0 | 70.7 |
| 14 | ♀ | 34.5 | 592 | 393 | 84 | 105 | 15.7 | 11.2 | 35.7 |
| 15 | ♂ | 36.2 | 667 | 440 | 98 | 121 | 6.1 | 10.1 | 82.6 |
| 16 | ♀ | 28.0 | 275 | 180 | 43 | 49 | 5.4 | 3.0 | 24.1 |
| 17 | ♂ | 35.5 | 625 | 429 | 91 | 101 | 5.0 | 6.7 | 56.5 |
| 18 | ♀ | 34.8 | 509 | 335 | 85 | 80 | 11.8 | 7.7 | 10.0 |
| 19 | ♂ | 34.5 | 587 | 375 | 98 | 106 | 6.5 | 9.0 | 59.7 |
| 20 | ♂ | 27.5 | 260 | 175 | 43 | 38 | 2.4 | 3.6 | 17.7 |
| 21 | ♀ | 37.0 | 715 | 455 | 113 | 142 | 17.1 | 11.8 | 62.2 |

| 胃内容 | 肥満度 FA | 肥満度 FB | 生殖腺熟度 | 精肉 水分 | 精肉 脂肪 | 肝臓 脂肪 | 肝臓 V.A | 幽門垂 脂肪 | 幽門垂 V.A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | % | % | % | C.L.O.U. | % | C.L.O.U. |
| アミ未消化 | 14.41 | 9.44 | 熟 | 74.2 | 0.60 | 3.2 | 46.6 | 4.0 | 7.3 |
| アミ消化 | 12.72 | 8.59 | 熟 | – | – | – | – | – | – |
| アミ，ジヤコ | 14.31 | 9.29 | 未熟 | 73.7 | 0.58 | 2.6 | 20.0 | 1.8 | 10.0 |
| アミ消化 | 14.41 | 9.76 | 熟 | 74.4 | 0.92 | 1.4 | 23.3 | 2.5 | 10.0 |
| 〃 | 14.36 | 9.85 | 未熟 | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 15.70 | 10.47 | 放中 | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 13.61 | 9.0 | 放中 | 75.6 | 1.00 | 2.0 | 17.8 | 1.9 | 9.7 |
| 〃 | 13.82 | 9.21 | 熟 | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 14.48 | 9.37 | 〃 | 74.1 | 1.10 | 2.5 | 22.0 | 2.1 | 10.0 |
| 〃 | 14.98 | 10.03 | 放中 | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 13.75 | 9.25 | 未熟 | 74.5 | 1.00 | 2.3 | 12.5 | 1.9 | 8.8 |
| 〃 | 13.29 | 8.77 | 熟 | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 14.23 | 9.57 | 未熟 | – | – | – | – | – | – |
| イワシ，アミ | 14.71 | 9.91 | 放中 | 73.7 | 0.50 | 3.7 | 3.1 | 8.7 | 1.5 |
| アミ | 15.60 | 10.07 | 〃 | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 14.03 | 8.85 | 未熟 | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 14.71 | 10.07 | 放中 | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 13.42 | 8.89 | 未熟 | 72.8 | 2.12 | 2.0 | 4.4 | 1.4 | 6.5 |
| 〃 | 13.42 | 8.89 | 〃 | – | – | – | – | – | – |
| 〃 | 14.60 | 9.73 | 熟 | – | – | – | – | – | – |

| 肥満度 FA | 肥満度 FB | 生殖腺熟度 | 胃内容 | 精肉 水分 | 精肉 脂肪 | 内臓 水分 | 内臓 脂肪 | Volatail basic N | 肝臓 脂肪 | 肝臓 V.A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | % | % | % | % | mg% | % | C.L.O.U. |
| 12.0 | 7.99 | 熟 | アミ | – | – | – | – | – | – | – |
| 13.2 | 8.99 | 放中 | なし | 75.1 | – | 71.2 | – | 20.1 | 2.8 | 3.5 |
| 15.6 | 10.24 | 熟 | アミ | – | – | – | – | – | – | – |
| 13.5 | 9.01 | 〃 | なし | – | – | – | – | – | – | – |
| 12.3 | 8.24 | 〃 | アミ | – | – | – | – | – | – | – |
| 14.2 | 9.01 | 〃 | なし | – | – | – | – | – | – | – |
| 10.6 | 7.17 | 放中 | アミ | – | – | – | – | – | – | – |
| 14.6 | 9.37 | 〃 | 〃 | – | – | – | – | – | – | – |
| 13.3 | 8.47 | 熟 | なし | 75.7 | – | 81.4 | – | – | 3.0 | 30.0 |
| 14.5 | 9.33 | 未熟 | アミ | – | – | – | – | – | – | – |
| 13.6 | 9.15 | 〃 | なし | – | – | – | – | – | – | – |
| 14.6 | 9.17 | 熟 | なし | 71.4 | – | 71.8 | – | – | 2.5 | 20.0 |
| 13.4 | 8.93 | 〃 | なし | – | – | – | – | – | – | – |
| 14.6 | 9.57 | 放中 | アミ | – | – | – | – | – | – | – |
| 14.0 | 9.28 | 熟 | なし | – | – | – | – | – | – | – |
| 12.5 | 8.20 | 未熟 | なし | – | – | – | – | – | – | – |
| 13.9 | 9.59 | 熟 | アミ | – | – | – | – | – | – | – |
| 12.0 | 7.95 | 放中 | なし | 72.9 | 1.21 | 81.0 | – | – | 2.2 | – |
| 14.2 | 9.13 | 熟 | なし | – | – | – | – | – | – | 2.3 |
| 12.5 | 8.41 | 未熟 | なし | 74.8 | 0.65 | – | – | – | 0.45 | – |
| 14.1 | 8.98 | 熟 | アミ | – | – | – | – | – | – | 3.0 |

(11) June 11, 1952.

| No. | 性別 | 体長 | 体重 | 可食部 | 頭部 | 内臓 | 肝臓 | 幽門垂 | 生殖腺 | 胃重量 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cm | g | g | g | g | g | g | g | g |
| 1 | ♂ | 39.0 | 885 | 595 | 146 | 144 | 7.6 | 10.7 | 82 | 20.4 |
| 2 | ♂ | 38.5 | 910 | 605 | 145 | 160 | 8.5 | 11.2 | 111 | 17.4 |
| 3 | ♀ | 38.0 | 800 | 570 | 129 | 101 | 14.4 | 13.0 | 35 | 22.3 |
| 4 | ♀ | 35.5 | 735 | 520 | 108 | 107 | 12.7 | 8.6 | 53 | 10.3 |
| 5 | ♀ | 34.5 | 670 | 430 | 100 | 140 | 12.3 | 13.8 | 56 | 41.4 |
| 6 | ♀ | 35.0 | 670 | 475 | 103 | 92 | 14.1 | 9.8 | 46 | 9.3 |
| 7 | ♀ | 36.5 | 725 | 505 | 111 | 109 | 14.8 | 12.8 | 55 | 40.9 |
| 8 | ♀ | 36.0 | 650 | 450 | 108 | 92 | 13.5 | 13.0 | 42 | 42.1 |
| 9 | ♀ | 37.0 | 705 | 490 | 116 | 99 | 14.0 | 11.1 | 45 | 11.1 |
| 10 | ♂ | 37.0 | 700 | 460 | 123 | 117 | 5.5 | 7.5 | 70 | 15.6 |
| 11 | ♀ | 35.5 | 640 | 420 | 113 | 107 | 11.4 | 12.0 | 46 | 17.2 |
| 12 | ♂ | 35.0 | 655 | 430 | 105 | 120 | 6.0 | 8.3 | 85 | 8.8 |
| 13 | ♂ | 34.5 | 645 | 425 | 102 | 118 | 6.0 | 8.1 | 81 | 6.1 |
| 14 | ♂ | 33.0 | 550 | 340 | 92 | 118 | 4.6 | 9.4 | 75 | 15.3 |

(12) June 26, 1952.

| No. | 性別 | 体長 | 体重 | 可食部 | 頭部 | 内臓 | 肝臓 | 幽門垂 | 生殖腺 | 胃重量 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cm | g | g | g | g | g | g | g | g |
| 1 | ♀ | 40.0 | 825 | 567 | 150 | 107.5 | 16.6 | 12.4 | 55 | 9.9 |
| 2 | ♀ | 38.5 | 725 | 489 | 130 | 106 | 14.4 | 12.1 | 54 | 13.9 |
| 3 | ♀ | 36.5 | 695 | 457 | 125 | 113 | 12.9 | 9.3 | 48 | 29.4 |
| 4 | ♂ | 36.5 | 690 | 443 | 115 | 132 | 6.5 | 11.2 | 91 | 12.9 |
| 5 | ♂ | 36.5 | 685 | 435 | 120 | 130 | 5.7 | 10.7 | 83 | 20.4 |
| 6 | ♂ | 35.0 | 655 | 416 | 115 | 124 | 5.6 | 9.4 | 87 | 11.1 |
| 7 | ♂ | 35.5 | 670 | 408 | 135 | 127 | 6.0 | 8.6 | 86 | 14.3 |
| 8 | ♂ | 35.5 | 575 | 400 | 105 | 70 | 4.3 | 8.1 | 44 | 5.4 |
| 9 | ♀ | 33.0 | 530 | 380 | 90 | 60 | 9.6 | 7.8 | 21 | 11.5 |
| 10 | ♂ | 34.0 | 495 | 336 | 90 | 69 | 3.5 | 6.9 | 46 | 5.1 |
| 11 | ♂ | 31.5 | 410 | 279 | 75 | 56 | 3.2 | 6.4 | 37 | 4.6 |
| 12 | ♂ | 31.5 | 430 | 290 | 70 | 70 | 3.7 | 7.2 | 48 | 8.4 |
| 13 | ♂ | 32.0 | 430 | 286 | 80 | 64 | 3.3 | 7.0 | 45 | 4.6 |
| 14 | ♂ | 32.5 | 485 | 320 | 85 | 80 | 4.7 | 8.5 | 54 | 6.0 |
| 15 | ♂ | 31.0 | 425 | 270 | 75 | 80 | 4.1 | 7.7 | 47 | 14.4 |
| 16 | ♂ | 30.0 | 370 | 236 | 70 | 64 | 2.8 | 5.7 | 45 | 5.8 |

| 胃内容 | 肥満度 FA | 肥満度 FB | 生殖腺熟度 | 精肉 水分 | 精肉 脂肪 | 肝臓 脂肪 | 肝臓 V.A | 幽門垂 脂肪 | 幽門垂 V.A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | % | % | % | C.L.O.U. | % | C.L.O.U. |
| アミ消化物 | 14.9 | 10.03 | 熟 | 74.9 | 0.56 | 3.1 | 32.0 | 1.3 | 4.7 |
| アミ，イワシ消化物 | 15.9 | 10.6 | 〃 | – | – | – | – | – | – |
| アミ未消化 | 14.6 | 10.38 | 放中 | – | – | 2.6 | 13.3 | 2.6 | 3.0 |
| アミ未消化 | 16.4 | 11.62 | 〃 | – | – | – | – | – | – |
| イワシ消化物 | 16.3 | 10.47 | 熟 | – | – | – | – | – | – |
| アミ未消化 | 15.6 | 11.07 | 〃 | – | – | – | – | – | – |
| アミ未消化 | 14.9 | 10.38 | 〃 | 70.3 | 2.42 | 6.2 | 7.4 | 2.2 | 5.6 |
| アミ未消化 | 13.9 | 9.64 | 放後 | 73.3 | 0.46 | 3.2 | 17.1 | 1.7 | 5.5 |
| アミ消化 | 13.9 | 9.67 | 熟 | – | – | – | – | – | – |
| アミ未消化 | 13.8 | 9.08 | 〃 | – | – | – | – | – | – |
| アミ未消化 | 14.3 | 9.38 | 〃 | 72.7 | 1.12 | 6.2 | 24.0 | 4.8 | 4.0 |
| アミ消化物 | 15.5 | 10.02 | 〃 | 73.5 | 0.40 | 4.3 | 12.7 | 1.6 | 6.6 |
| アミ消化 | 15.7 | 10.34 | 〃 | – | – | – | – | – | – |
| アミ未消化 | 15.3 | 9.46 | 放中 | 72.7 | 0.46 | 2.7 | 8.1 | 3.5 | 3.6 |

| 胃内容 | 肥満度 FA | 肥満度 FB | 生殖腺熟度 | 精肉 水分 | 精肉 脂肪 | 肝臓 脂肪 | 肝臓 V.A | 幽門垂 脂肪 | 幽門垂 V.A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | % | % | % | C.L.O.U. | % | C.L.O.U. |
| イワシ消化物 | 12.9 | 8.86 | 熟 | 75.5 | 1.08 | 1.9 | 100.0 | 1.6 | 7.7 |
| イワシ消化物 | 12.7 | 8.56 | 〃 | – | – | – | – | – | – |
| イワシ | 14.3 | 9.39 | 〃 | – | – | – | – | – | – |
| イワシ消化物 | 14.2 | 9.1 | 放中 | 73.9 | 0.96 | 3.9 | 28.5 | 1.6 | 5.8 |
| イワシ消化物 | 14.1 | 8.94 | 熟 | 74.2 | 0.31 | 3.0 | 30.7 | 2.7 | 6.0 |
| イワシ消化物 | 15.3 | 9.7 | 〃 | – | – | – | – | – | – |
| イワシ消化物 | 15.0 | 9.91 | 〃 | 75.2 | 0.42 | 3.1 | 100.0 | 1.6 | 9.6 |
| ナシ | 12.9 | 8.94 | 〃 | – | – | – | – | – | – |
| イワシ消化物 | 14.8 | 10.57 | 〃 | 75.5 | 0.46 | 6.1 | 4.0 | 1.6 | 3.7 |
| ナシ | 12.6 | 8.54 | 〃 | – | – | – | – | – | – |
| ナシ | 13.1 | 8.92 | 〃 | – | – | – | – | – | – |
| イワシ消化物 | 13.8 | 9.27 | 放中 | – | – | – | – | – | – |
| ナシ | 13.1 | 8.72 | 未熟 | – | – | – | – | – | – |
| ナシ | 14.1 | 9.32 | 放中 | 72.2 | 2.44 | 2.5 | 15.0 | 1.3 | 5.7 |
| イワシ消化物 | 14.2 | 9.06 | 未熟 | – | – | – | – | – | – |
| 小魚，イカ，アジ少 | 13.7 | 8.74 | 〃 | 73.8 | 0.62 | 2.9 | 20.0 | 1.8 | 9.2 |

# 重要魚類の資源化学的研究 (Ⅱ)

## 部分量及び成分量の変動から見た日本海産鯖について

野口栄三郎・小嶋秩夫

# Biochemical Studies on Some Fishes of Commercial Importance-(2)

## Variations of Partial Weights and General Components of Mackerel *Scomber japonicus* caught in the Japan Sea

Eizaburo NOGUCHI and Tsuneo KOJIMA

1) The spawning season of the mackerel, *Scomber japonicus* along the coast of Japan Sea was supposed as shown below by means of the seasonal changes in gonad and liver weights:

| | Spawning season | Its highest time |
|---|---|---|
| YAMAGUCHI | April to June | The end of May |
| TOTTORI | June | The middle of June |
| HYOGO | May to July | The middle of June |
| NIIGATA | August | The middle of July |

2) Those fishes over 30cm. in body length at spawning season can lay eggs, but in the western area, those of 27-28cm. can also join into the spawning group.

3) The patterns of variation in the relative weights of edible parts and stomack contents, and in the amount of fat in muscle are somewhat different between those caught by angling and those caught by purse sein, the former showing more remarkable seasonal and individual variation than the latter.

4) The local variation in the nutritive condition of fish is seen in the case of purse sein catches.

## 緒　　言

従来，各種魚類の成分量や部分量を調査した報告は極めて多く，枚挙にいとまない程であるが，之等多くの研究報告は，主として漁獲物の高度利用の目的を以て調査されたもので，生物学的の立場から系統的に調査研究された報告は極めて少ないようである。魚体の之等の変動は魚群の棲息する環境や，栄養，生理的原因等に依つて，甚しく影響を受けることは当然考えられることであつて，之等の変動調査から，その魚群の棲息しておる環境や生理的変動を予知し，進んで生物学的調査と相俟つて，

魚群間の差異，混合，回遊等を予察すると共に漁獲物の高度利用の為の資料をも得る目的でこの調査を開始した。

著者は既に1951年7月から1952年6月の間の但馬地区産釣鯖について，周年に亘る部分量と成分量の変動を調査し，部分量特に可食部%（肉質部）と肝臓量，脂肪量及びエキス窒素等が魚体の環境特に摂餌及び産卵と云う，栄養と生理的原因に依つて強く変動されることを見，亦但馬地区産釣鯖は高年魚及び低年魚も共に同一環境で棲息し，他の環境で生育したものが混合することは少なく，所謂"地付鯖"ではないかと予想される資料を得た。

今回は対馬暖流調査の一環として山口，鳥取，新潟の各水試で施行された調査結果と1951年に香住で行つた釣鯖の調査結果を取纏めて其の結果を発表する。勿論，本調査は各水試及び水研の人員，経費，其の他の都合で試料数が少なく，更に調査開始後未だ1カ年を経過しない為，極めて不充分であるが，更に山口，鳥取，京都，福井，新潟，秋田の各水試で調査を施行して頂いておるので，結論的の報告は今後に俟ち，取敢えず予報として発表するものである。この調査に当つて多大の御協力を頂いた関係水試及び水産庁手塚技官並びに日水研内橋所長に感謝の意を表する。

## 試　　料

試料は出来る限りその日に漁獲された魚群を代表すると見られるものの中から20尾内外を採り，対馬暖流調査要綱に記載された方法で，部分量を調査し，更に成分量については5～10尾を以て筋肉の水分，脂肪，全窒素及びエキス窒素，内臓中肝臓の脂肪量及びビタミンA濃度の測定を行つた。勿論各水試担当者の実験方法を統一する為に，1953年4月第1回の実地講習会を行い統一を期したが，各水試の設備，予算等の関係で完全に施行することが出来ず，調査回数も山口県を除いては極めて少ないので，取纏めに困難を来たした。これらの調査試料の取纏めに当つては同一年令毎に取纏め比較検討しなければならないが，未だ鯖については年令査定も不充分であり，生長曲線も判明しておらない現状なので，取敢えず1951年の釣り鯖の調査に用いた体長区分を基準として，体長，可食部%，肝臓重量，生殖腺重量，胃内容量及び肉質脂肪量についてのみ比較を行い，水分，全窒素，エキス窒素，ビタミンA，肝臓脂肪量については省略して報告する。

## 結　　果

### 1. 体長について

全般を通じて見られることは，山口及び鳥取の巾着鯖は12月～3月までの冬期間の，鯖は比較的大型で35～40cm 級のものが多いが，春夏期の4月～11月の鯖は小型群が多く，25～35cm 級のものが多い。

特に山口県の釣鯖は11月及び3月のものであるが，小型であつて同じ釣鯖でありながら兵庫及び新潟に比較して甚しく小型である。但馬地区釣鯖は巻釣り及び曳釣りであり，新潟地区釣鯖は曳釣り及び延縄であるが，山口，鳥取地区巾着鯖に比較して大きく，但馬地区のものは産卵期である6～7月には30～40cm で 35cm 級のものが多く，産卵後には 30cm 級となり冬期には 37～38cm 級となる。新潟地区のものは周年を通じて大きく 37～38cm 級で 40cm 以上のものが相当の割合を占めている。即ち釣り鯖の体長は山口＞但馬＞新潟となつて北に行く程大型となり，釣り鯖，巾着鯖を含めて北に行く程漁獲物は大型のものが多い。亦山口，鳥取では盛漁期である産卵期は小型群の出現が多いが冬期には大型群となる傾向を示している。

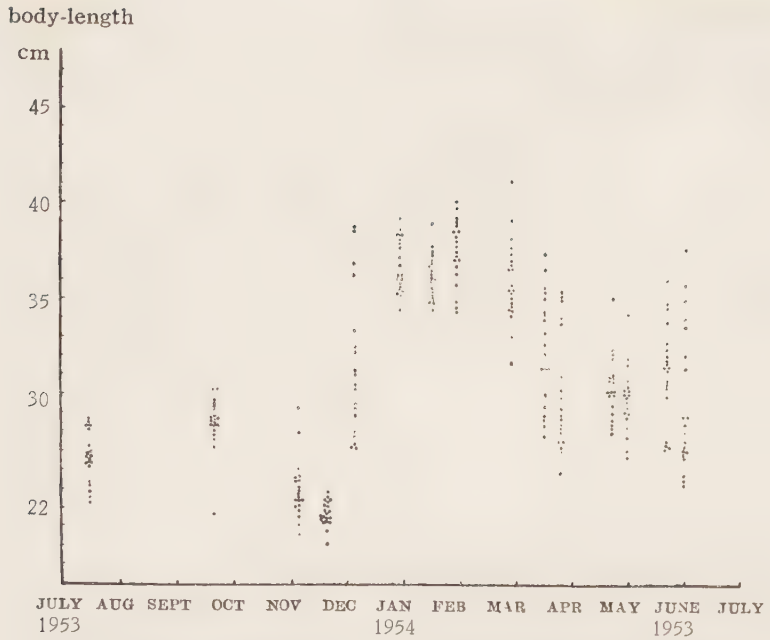



Fig. I-1 Seasonal variation of the body-length. (YAMAGUCHI)

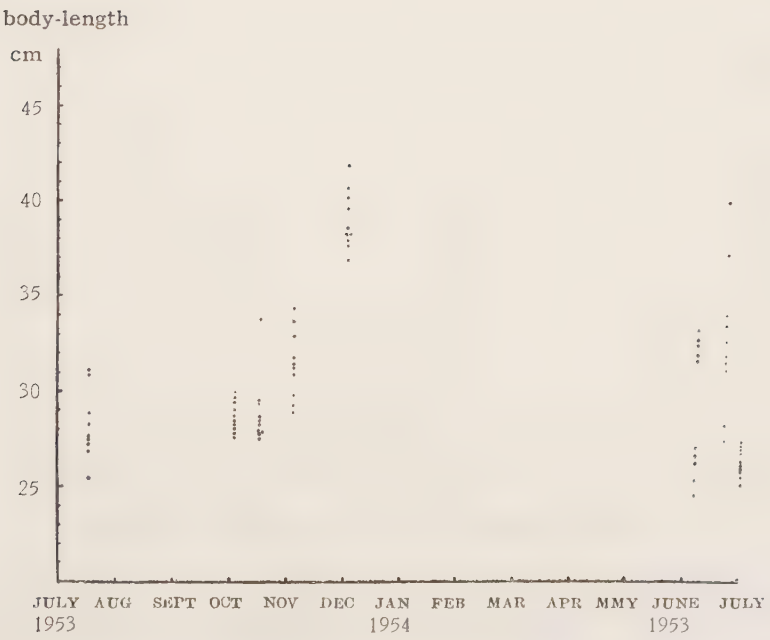



Fig. I-2. Seasonal variation ob the body-length. (TOTTORI)

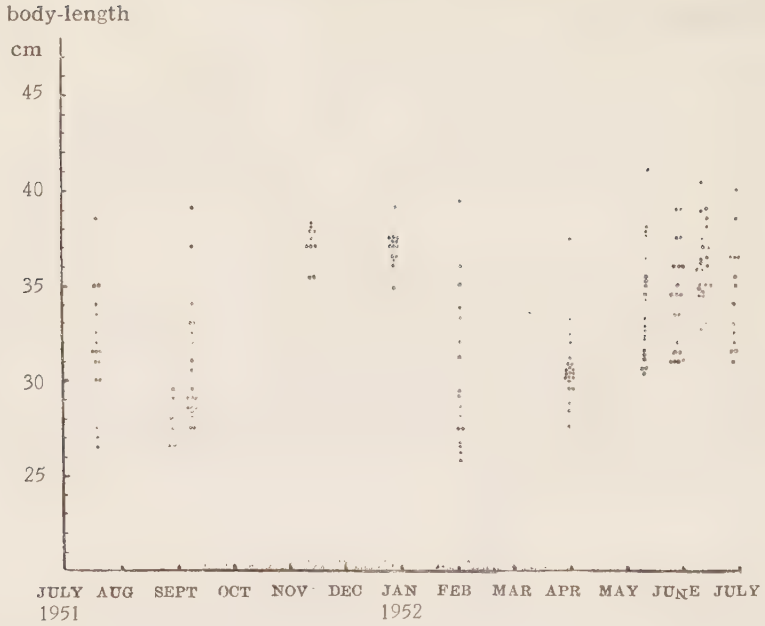



Fig. I-3 Seasonal variation of the body-length. (HYOGO)

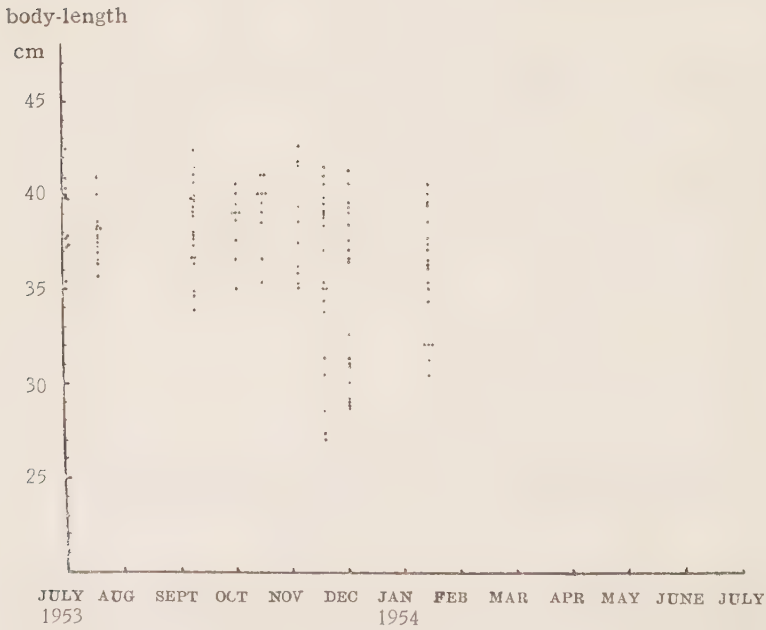



Fig. I-4 Seasonal variation of the body-length. (NIIGATA)

2. 可食部並びに胃内容量の変動

頭部及び内臓を除いた部分を可食部量としたが，これの体重に対する％は体長に余り影響りされない　この部分の多いのは肉質が多いことを意味し，栄養が良いことを示すものと考えられる。山口，鳥取，但馬，新潟の時期的変動を示すと第2図のようである。即ち，山口産鯖の可食部パーセントは

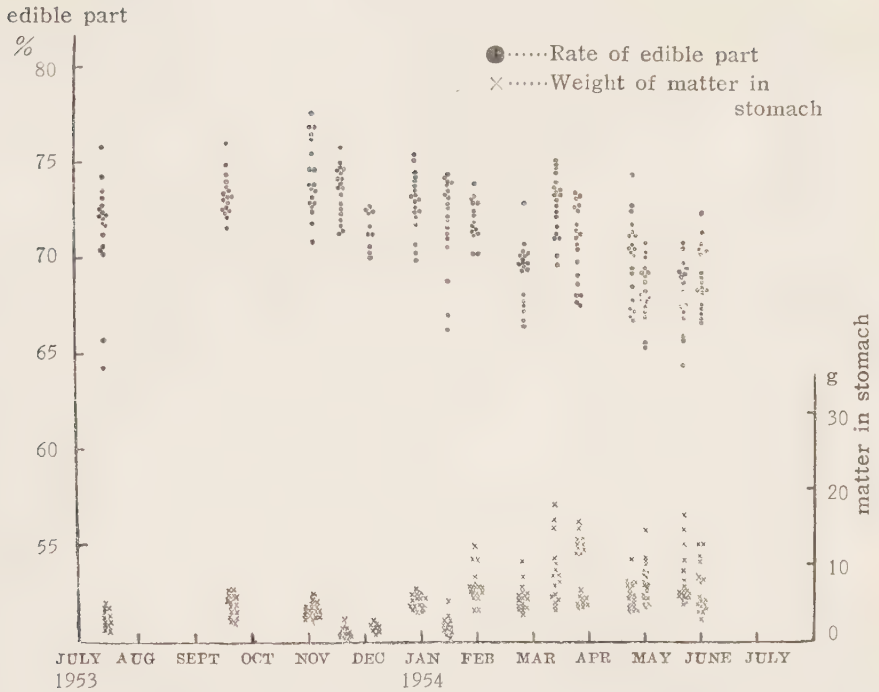



Fig. II-1 Seasonal variation of the edible part and the weight of matter in stomach. (YAMAGUCHI)

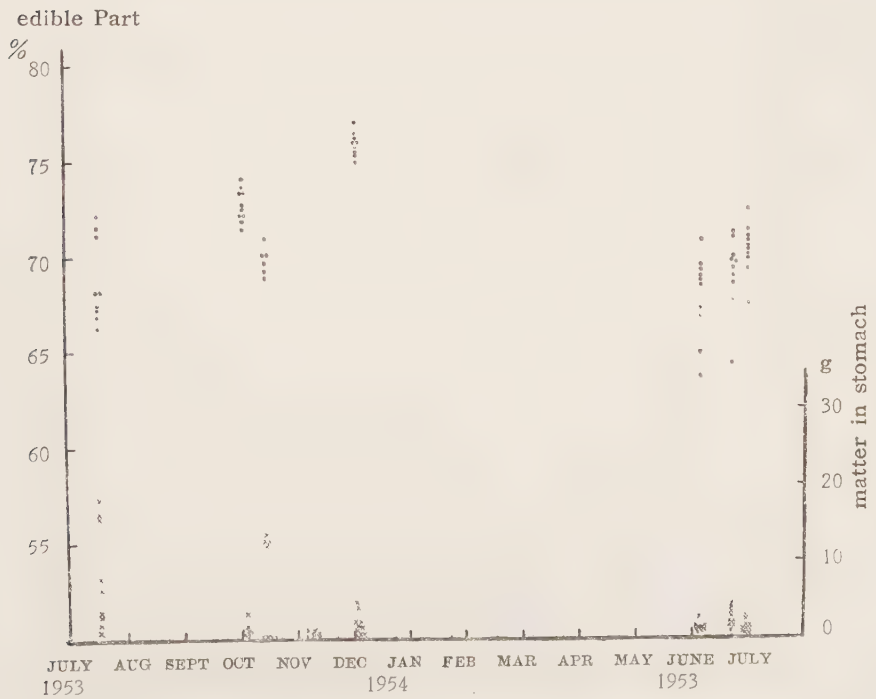



Fig. II-2 Seasonal variation of the ebidle part and the weight of matter in stomach. (TOTTORI)

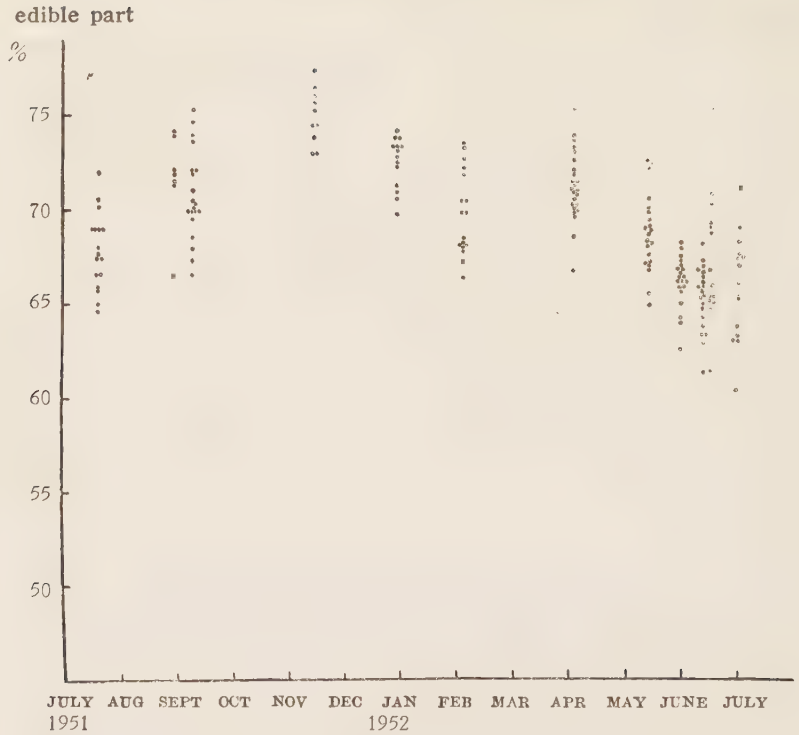



Fig. II-3 Seasonal variation of the edible part. (HYOGO)

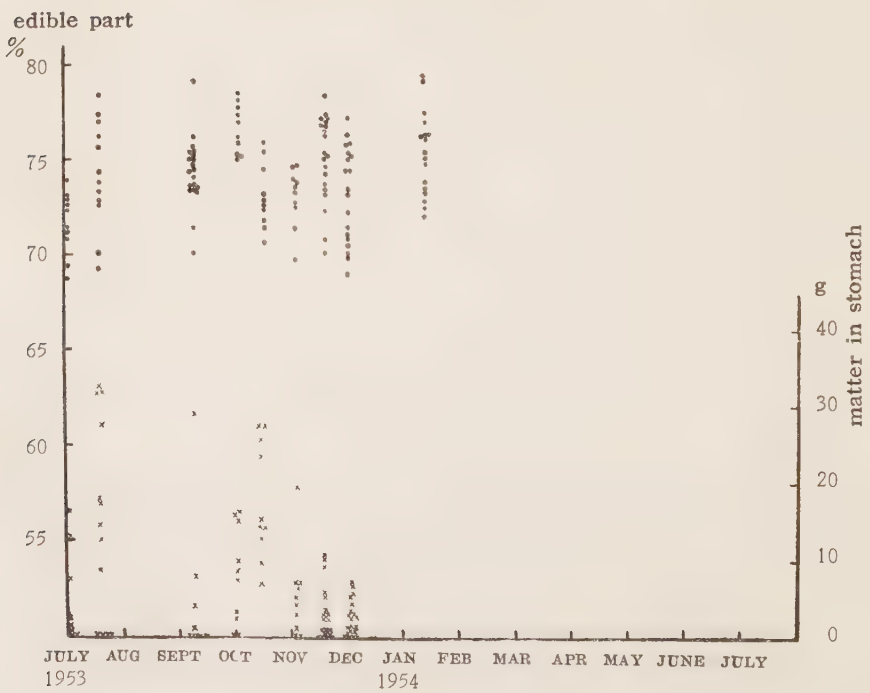



Fig. II-4 Seasonal variation of the edible part and the weight of matter in stomach. (NIIGATA)

65～75%内外で，産卵後である7月頃から増加し始め11月最高に達し，12月一旦減少するが再び増加し，2月末再び減少を示すが4月には回復し，産卵期に入ると再び減少する。胃内容物の重量は採捕時刻により相当変異があるので，決定的のことは云えないが，一応胃内容量を見ると11月中旬及び12月上旬と1月下旬に減少の傾向が見え，胃内容量が減少すれば可食部パーセントは増加するのが当然であるのに，却つて期を同じくして可食部パーセントも減少するか或いは僅かの期間後には減少の傾向が見える。鳥取産の巾着鯖も産卵後の6月頃から徐々に増加し，10月一旦減少するが再び12月には増加し，この際にも減少期には胃内容皆無のものが60%以上を占めた。

鳥取県産のものは67～68%から増加して12月75%内外となるが，6月～12月の間では山口産のものの方が可食部パーセントが多く亦胃内容量も各魚体が平均しており，その量も多い。但馬地区釣り鯖は産卵後の67～68%から12月頃には75%内外となり，2月一旦減少し，71～72%となり，産卵期の6月上旬には67～68%に下る。新潟地区釣り鯖は極めて大型であるが可食部パーセントも多く，7月72%内外から10月76%となり，11月減少し，再び増加する。山口の巾着鯖と但馬地区の釣り鯖とを比較してみると産卵期に於ける可食部パーセントの減少が釣り鯖では強く見られるが巾着鯖では少ない。（図2表参照）

3. 生殖腺重量の増減について

生殖腺重量は体長及び性別に依つて異るが，山口地区は4月下旬から増加し始め，6月の記録はないが6月下旬には減少することが考えられる。鳥取は記録が少ないが6月中旬最高に達するようである。香住は5月上旬から増加し始め，7月中旬に減少するが最高は6月中旬であり，新潟は5～6月の記録はないが7月中，下旬最高に達し，8月中旬には減少するように思われる。

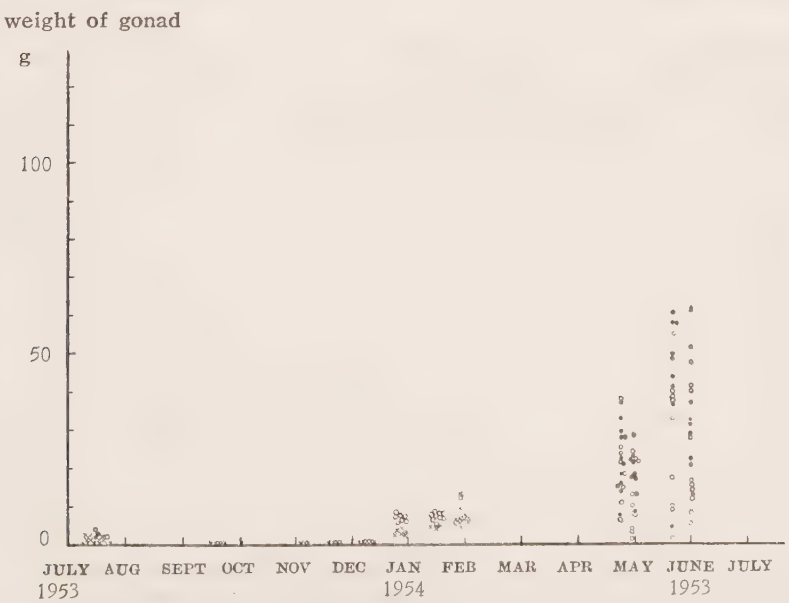



Fig. III-1　Seasonal variation of the weight of gonad. (YAMAGUCHI)

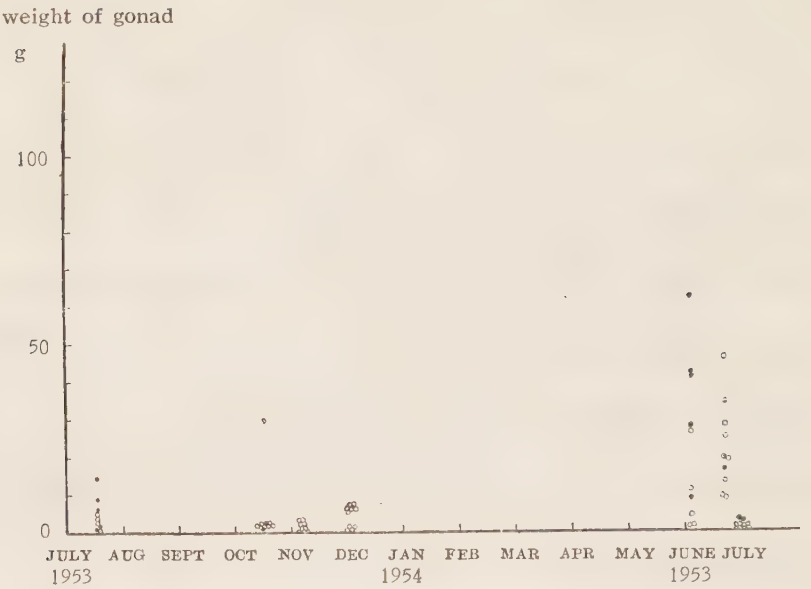



Fig. III-2 Seasonal variation of the weight of gonad. (TOTTORI)

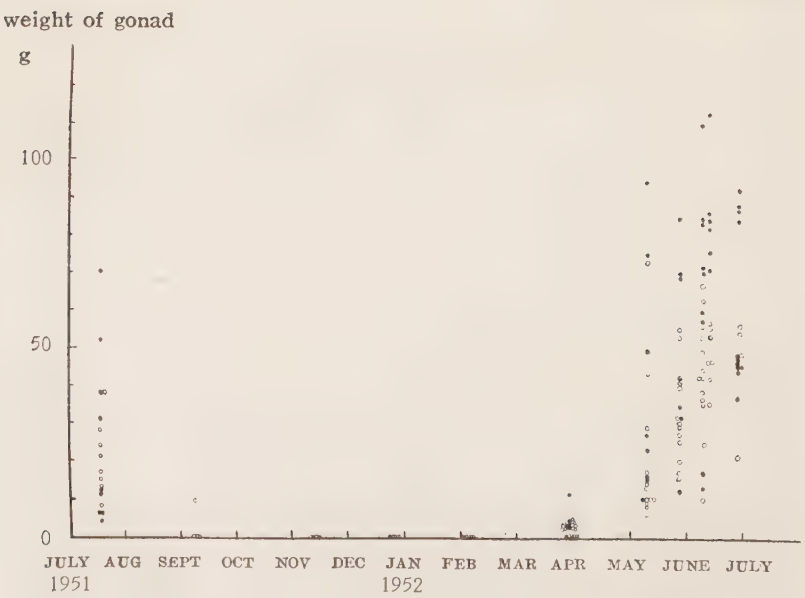



Fig. III-3 Seasonal variation of the weight of gonad. (HYOGO)

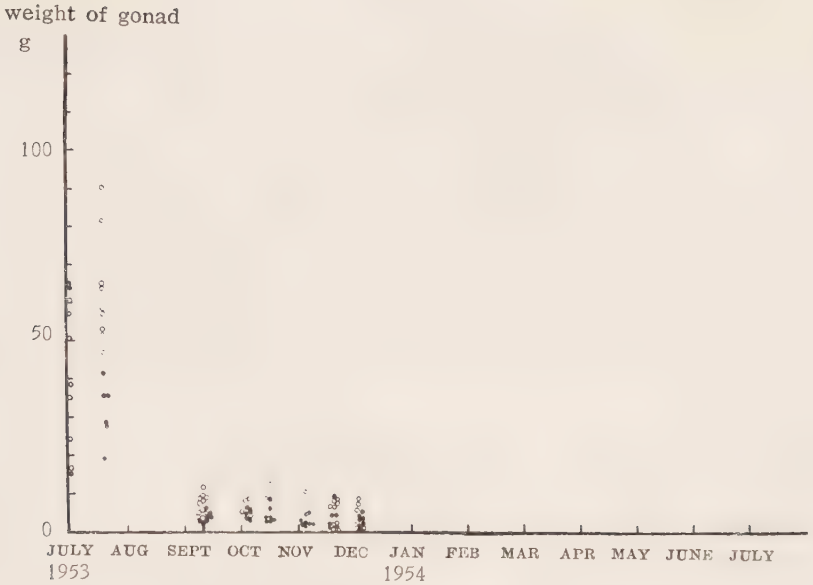



Fig. III-4 Seasonal variation of the weight of gonad (NIIGATA)

4. 肝臓重量の増減について

既に報告[2]した様に鯖の肝臓重量は，餌料の種類，量に依る栄養及び産卵に依つて増減が認められると考えられたので，肝臓重量の時期的増減を調査した。結果は第4図のようである。

即ち肝臓重量は体長の大きなもの程一般に大きいが，何れの地区に於いても産卵期となると増加し，特に♀の増加が甚しく産卵終了と共に減少することが認められる。また産卵期以外の肝臓重量の増減は可食部パーセントの増減共比較的良く一致しておるように思われ，肝臓重量と栄養とは密接な関係が認められるようである。

鳥取県の6月30日の体長30cm以下のものは肝臓重量が甚だしく大きいが生殖腺重量は極めて小さい。このことは未だ産卵状態に達しないものであるが肝臓重量のみは生理的の原因で増加したものではないかと想像される。何れにしても産卵期の認定に肝臓重量を調査することは生殖腺重量を見ることと共に必要なことの様に思われる。

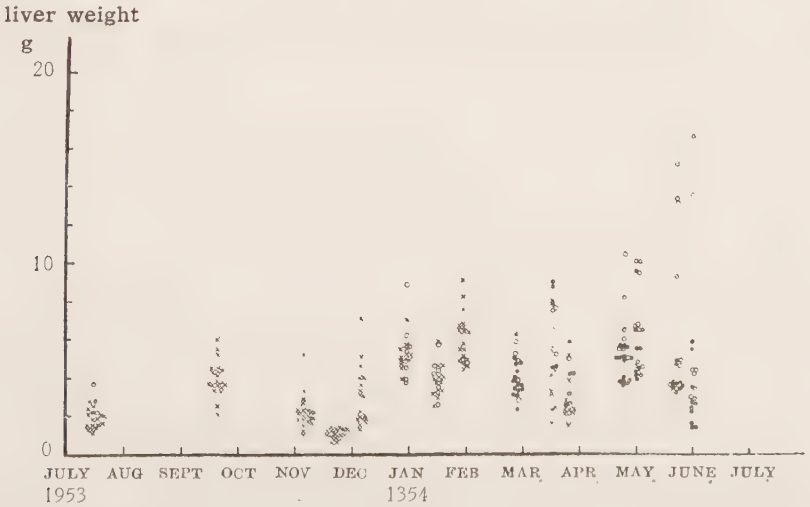



Fig. IV-1 Seasonal variation of the liver weight. (YAMAGUCHI)

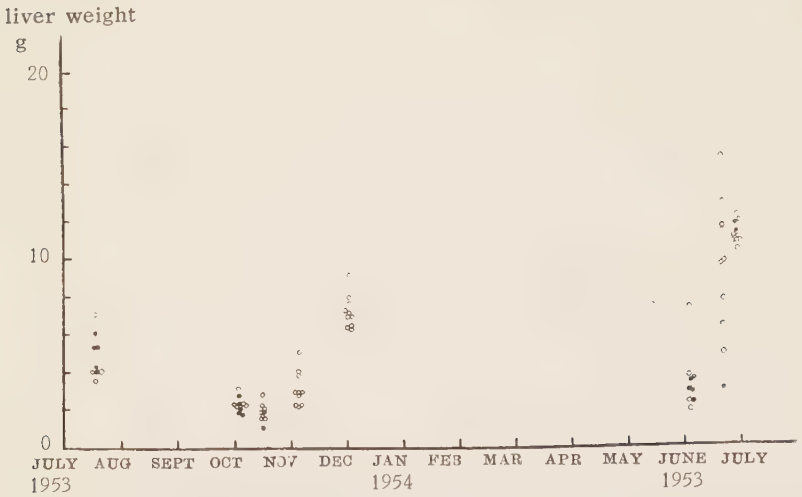



Fig. IV-2 Seasonal variation of the liver weight. (TOTTORI)

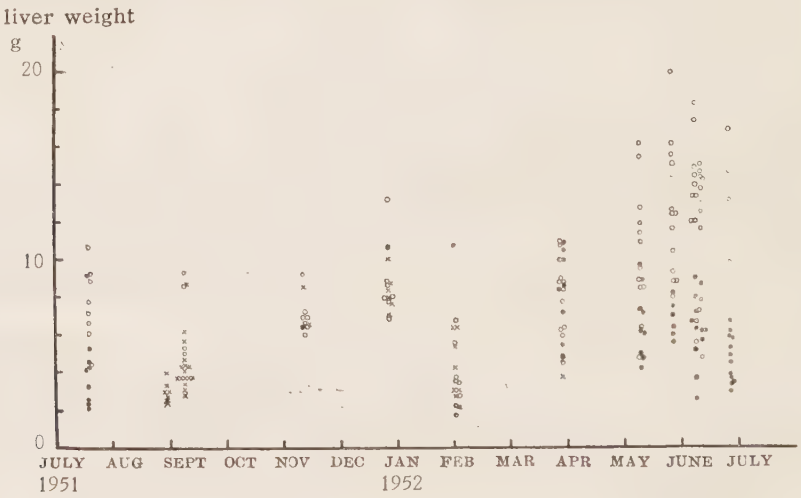



Fig. IV-3 Seasonal variation of the liver weight. (HYOGO)

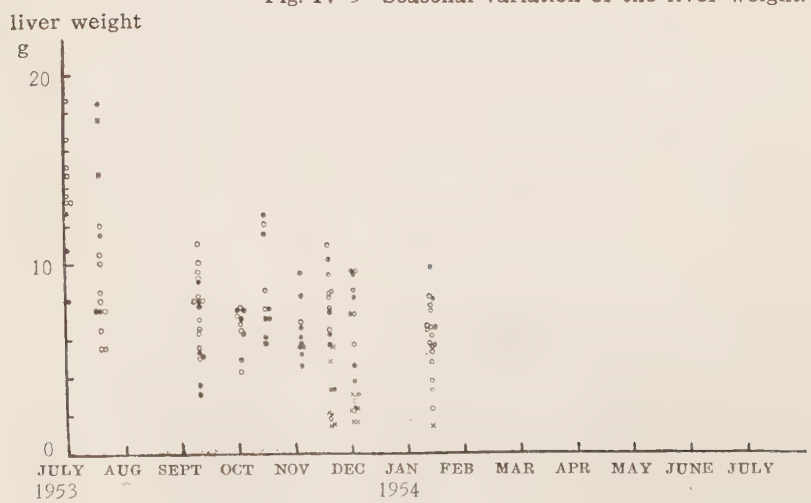



Fig. IV-4 Seasonal variation of the liver weight. (NIIGATA)

5. 筋肉内の脂肪量について

筋肉内脂肪量は個体差が甚しい為体長に依る影響は余り認められない。然し全般的に冬期は脂肪量が多く春夏期は少ない。山口地区の平均脂肪量は7月2.5%平均から翌年1月には7.5%平均となり，3月には減少して3.0%平均となり，以後増減が余り認められない。11月及び3月下旬の釣り鯖は可食部パーセントは比較的大きいが脂肪量が少ないことは特異的である。鳥取地区は6月～12月までの調査であるが山口と同様巾着鯖が主体であるが山口地区に比較し脂肪量が可成り少ない。

但馬地区釣り鯖は産卵後の平均0.5%から1月には平均11%となり，2月には急激に減少して平均3%となり，以後産卵期まで経続する。新潟地区も7月～12月の記録であるが，産卵後0.5%平均から急激に増加して12月には12%平均となり，釣り鯖は巾着鯖に比較して時期的及び個体間の脂肪の変動が極めて甚しいことを示している。

| | 最小脂肪時期 | | | 最大脂肪時期 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 山　口 | 6月 | 1.0～3.1% | 平均 2.0% | 1月 | 2.5～15.0% | 平均 6.5% |
| 鳥　取 | 〃 | 0.9～2.1% | 〃 1.5% | 12月 | 2.0～6.2% | 〃 3.8% |
| 但　馬 | 7月 | 0.3～0.8% | 〃 0.5% | 〃 | 7.8～13.7% | 〃 11.2% |
| 新　潟 | 〃 | 02～.1.7% | 〃 0.7% | 〃 | 3.0～22.3% | 〃 12.5% |

最大及び最小脂肪時期は上記の如くで，脂肪量の多い冬期は新潟＞但馬＞山口＞鳥取の順であり，脂肪の少ない産卵直後には山口＞鳥取＞新潟＞但馬の順を示していた。

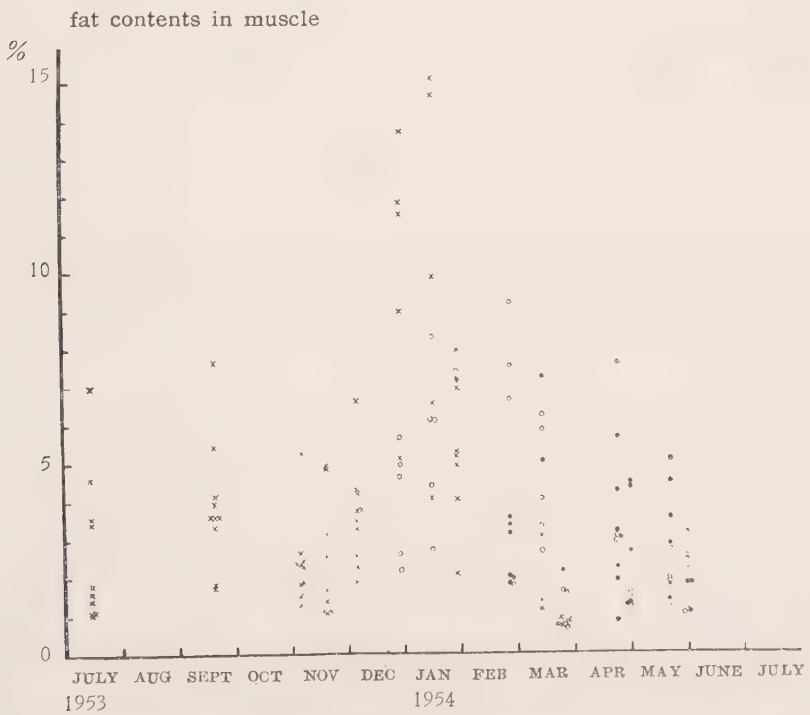



Fig. V-1 Seasonal variation of the fat content in muscle. (YAMAGUCHI)

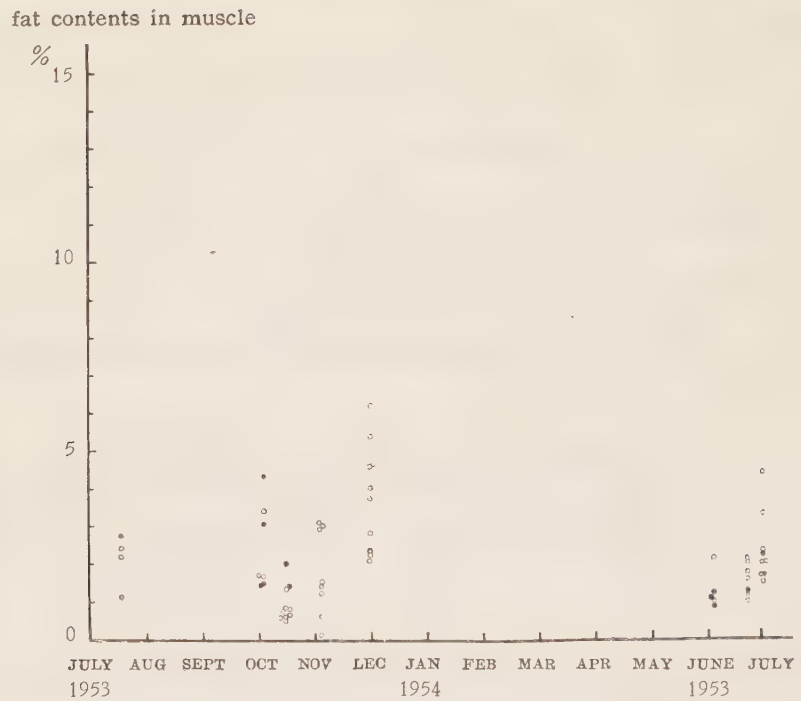



Fig. V-2　Seasonal variation of the fat content in muscle.　(TOTTORI)

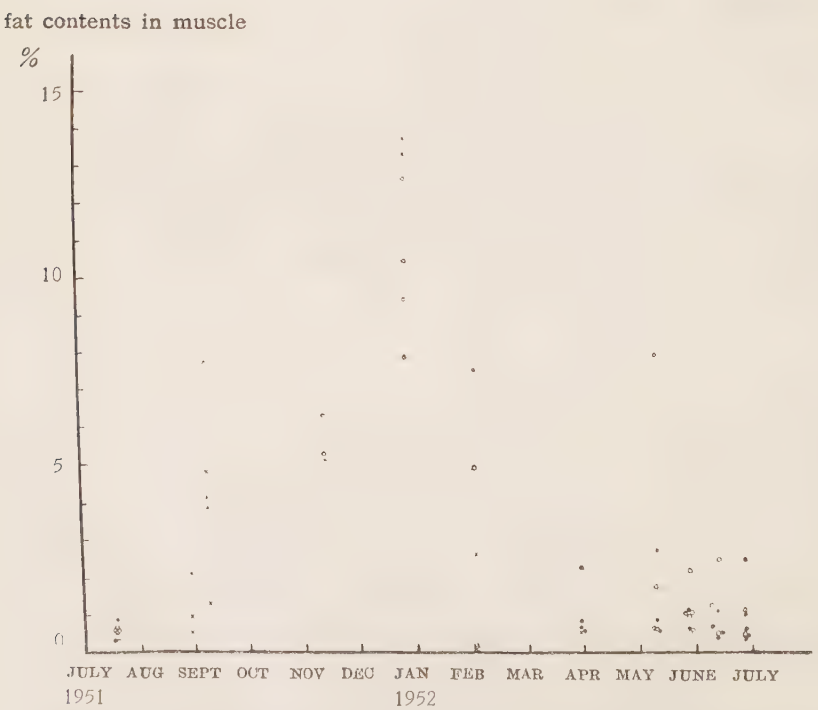



Fig. V-3　Seasonal variation of the fat content in muscle.　(HYOGO)

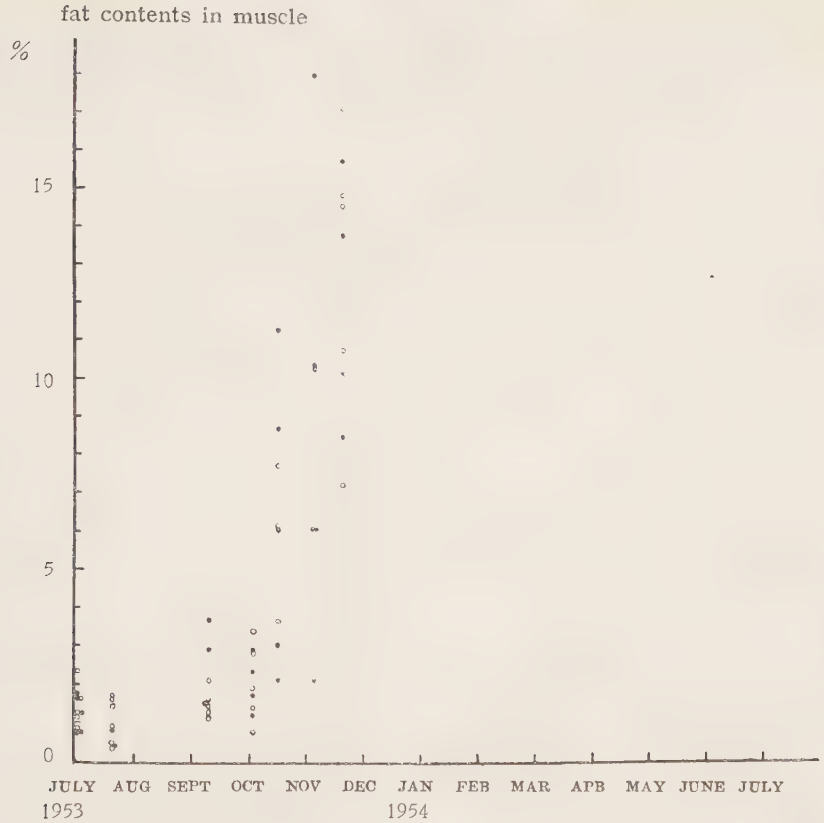



Fig. V-4　Seasonal variation of the fat content in muscle. (NIIGATA)

## 考　　察

1. 産卵期について

笠原[3]は日本海の鯖の産卵期は，4月から7月で北部では8月にも産卵が行われるらしいと述べているが，本調査の結果も大体同様で，前述した様に鯖の生殖腺重量及び肝臓重量の変化，脂肪量の減少等から見て

| | 産　卵　期 | 産卵盛期 |
|---|---|---|
| 山口地区 | 4月～6月 | 5月下旬 |
| 鳥取地区 | ～6月 | 6月中旬 |
| 但馬地区 | 5月～7月中旬 | 6月中旬 |
| 新潟地区 | ～8月初旬 | 7月中旬 |

であると予想される。

2. 生物学的最小型について

鳥取の6月30日の体長30cm以下の群は生殖腺重量が極めて小さいのに係わらず♀の肝臓重量が比較的大きい，このことは肝臓重量は増加しても卵形成が行われなかつたものと考えられ，この階級のものは産卵を行わなかつたことが予想される。笠原[3]は生殖腺重40gr以上のものが産卵を行いその為には体長30cm以上で4年魚以上少なく共3年魚の一部が加わつていると述べている。各県の5月

及び7月の間に於ける生殖腺重量と体長との関係を図示すると第6図の様で年令階層は不明であるが，この調査結果からも，鳥取，香住，新潟県下の生物学的最小型は体長30cm以上を必要とする様に考えられるが，一方山口のものは27～28cm級のものも産卵に加わつておることも予想され，今後の研究に俟つ必要がある

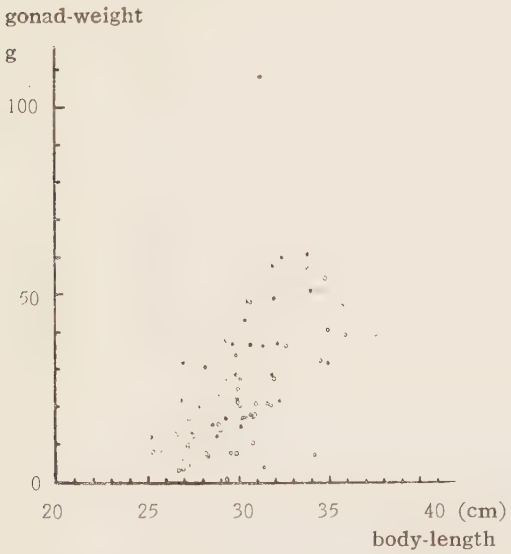



Fig. VI-1 Reration between body-length and gonad-weight. (YAMAGUCHI) (April-May, 1954)

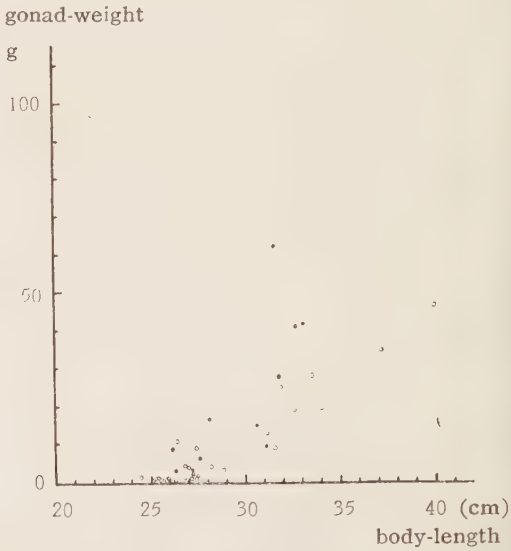



Fig. VI-2 Relation between body-length and gonad-weight. (TOTTORI) (June-July, 1953)

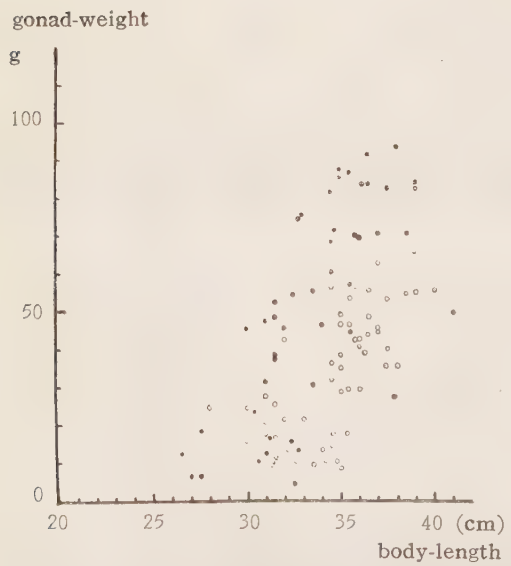



Fig. VI-3 Relation between body-length and gonad-weight. (HYOGO) May-July, 1952.

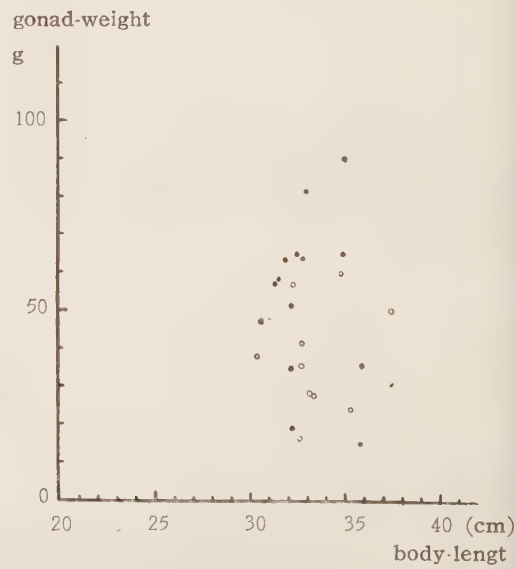



Fig. VI-4 Relation betwgen body-length and gonad-weight. (NIIGATA) July-Aug., 1953.

3. 釣り鯖と巾着鯖の比較

山口県の巾着鯖と釣り鯖に於いては，釣り鯖が小型であると云うばかりでなく，同時期のものに比較して肝臓重量が小さく，脂肪量が少ないこと等に依つて巾着鯖と区別することが出来，釣り鯖は巾着鯖より栄養が悪いことが予想される。鳥取，山口の巾着鯖と但馬，新潟の釣り鯖とを比較すると

(1) 胃内容量　巾着鯖は一般に個体間の変動が少なく，且つ周年に亘つて著るしい変化が少ない。釣り鯖（新潟）は個体間の変動が大きく，皆無のものと飽食しておるものが同時に漁獲されることが多く，且つ時期に依る変動が相当著明に認められる。

(2) 筋肉脂肪量　巾着鯖は産卵に依る脂肪の減少が少なく，最低の場合でも１％以上を示すが釣り鯖は0.2％内外を示すものがあり，平均0.5％程度に低下する。反面冬期多脂肪期となると巾着鯖に比較して極めて脂肪量が大きくなり，同時に個体差が甚しく大となる傾向がある。

このことは釣り鯖群は大きな群をなさず小群若しくは個体として行動し，巾着鯖は大きな群をなしておることが考えられ，春夏期の餌料の多い時期には巾着鯖の群は平均して栄養状態が良いが冬期餌料が不足となると釣り鯖の方が栄養の良いものが多くなると考えられる。更に冬期多脂肪期に個体間に脂肪量の差異が大となることは冬期間の胃内容量の個体間の差異が大となることと対比して極めて興味のある資料を提供している。勿論このことは同一地区の釣り鯖と巾着鯖の比較をする資料が少ないので南方と北方と云う環境の差異も考えられるが，釣り鯖と巾着鯖は異つたものではないかと予想され，今後の検討に俟たなければならない。

4. 山口（対馬附近）の巾着鯖と鳥取（境附近）の巾着鯖の比較

同一時期，同一漁法で漁獲された対馬及び境附近の巾着鯖を比較すると６月～12月の間に於いて

(1) 可食部パーセント　山口地区72～74％，鳥取地区68～76％で山口の方が可食部パーセントが高く，且つその期間内に於ける変化の度合が少ない。

(2) 胃内容量　山口地区の方が個体間の差異が少なく，且つ平均して多いようである。

(3) 脂肪量　最小脂肪期及び最大脂肪期共に山口の方がはるかに高く栄養が良い。

即ち同一巾着鯖でありながら山口地区（対馬）の方が鳥取地区（境）よりはるかに栄養状態が佳良である。勿論鳥取地区の試料が少なく，特に産卵前後の試料が極めて少ないので断定する訳には行かないが，鳥取地区の巾着鯖と山口地区の巾着鯖とは棲息する環境が異り，山口地区の方がはるかに良好な環境を有しておるのではないかと想像される。笠原[3]が標識放流の結果から日本海区の鯖には鳥取以東と北海道，福井以西と朝鮮の２系統とを予測し，両者はその分布が重複はしておるが或る程度の独立性を保つておるのではないかと推測しておりこのことを裏付けする一資料ともなると考えられる。

## 摘　　要

調査試料数が少なく，然も個体間の変動が高いこと，また産卵前後の記録が極めて少い為に断定を下す訳には行かないが，次のことを予想した。

(1) 生殖腺重量，肝臓重量の変化から日本海産鯖の産卵期は

| | | | |
|---|---|---|---|
| 山　口 | 4～6月 | 盛　期 | 5月下旬 |
| 鳥　取 | ～6月 | | 6月中旬 |
| 但　馬 | 5～7月 | | 6月中旬 |
| 新　潟 | ～8月 | | 7月中旬 |

であろう。

(2) 初めて産卵に加わるのは産卵期に於いて体長30cm以上のものであるが，山口では27～28cm級のものも産卵に加わることが予想される。

(3) 釣り鯖と巾着鯖は可食部パーセント，胃内容量，筋肉脂肪量の変動に差異が認められ，釣り鯖は巾着鯖よりその変化が甚しいようである。

(4) 山口と鳥取の巾着鯖ではその栄養状態が異り，山口の方が栄養状態が良好であるように思われる

## 文　　献

(1) 野口・尾藤：本誌重要魚類の資源化学的研究第1報

(2) 野口・尾藤：日本水産学会誌，19(4)，525～529，1953

(3) 笠原・伊東："サバの生態"，1953

(4) 日本海区水産研究所：対馬暖流調査要綱，附魚体化学調査実験法，1953

# 幽門垂のビタミンA含有量について

平井正夫・山本常治

# Studies on the Vitamin A Content in Pyloric caeca of Some Fishes.

Masao HIRAI and Joji YAMAMOTO

The present paper deals with vitamine A content in pyloric caeca and liver of *Gadus macrocephalus* TILESIUS, *Theragra chalcogramma* PALLAS, and *Scomber japonicus* HOUTTUYN which were caught in Toyama bay.

## 緒　　言

ビタミンAは近年合成品が進出して，天然ビタミン油を圧迫しつつあるが，飼料用，濃縮用として海外に大きな需要がある為，輸出品として重要な位地を占めている。

天然ビタミン油は水産動物，とくに魚類肝臓に依存しているが，近年幽門垂のビタミンAも利用される様に成つた。著者等は富山湾における2～3の魚種につき幽門垂のビタミンA含有量を明らかにしたので報告する。

## 実　験　方　法

試料は石川県に属する，富山湾能登内浦で漁獲されたタラ，スケトウダラ，サバの3魚種で幽門垂のビタミンA含有量を，同一魚体の肝臓のビタミンAと共に測定した。

試料は出来るだけ速かに実験室に運び，体長，体重，全内臓，幽門垂，肝臓等の重量を測定した

幽門垂，肝臓は夫々別々に無水芒硝で処理し，常法により各臓器の油脂を採取して，大島式ビタミンA比色法によりビタミンA濃度を測定した。

## 結　果　と　考　察

### A. タラ (*Gadus macrocephalus* TILESIUS)

測定結果は第1表のごとく，試料は19尾，1～3月まで定置網で漁獲された材料を使用した

Table. 1 Vitamin A of pyloric caeca of *Gadus macrocephalus* Tilesius.

| No. | Date of fishing | Fished area | Sex | Body length | Body weight | Full Organ | | Pyloric Caeca | | | | | | Liver | | | | | | Total V. A. cont. of P.C. / Total V. A. cont. of Liver |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Weight | % of Body weight | Weight | % of Body weight | Oil cont. | | Vitamin A in oil | Vitamin A cont. | Weight | % of Body weight | Oil cont. | | Vitamin A in oil | Vitamin A cont. | |
| | | | | cm | g | g | | g | | g | % | C.L.O. | I.V. | g | | g | % | C.L.O. | I.V. | |
| 1 | 1. 24 | Nozaki | ♀ | 71.5 | 2,715.2 | 836.7 | 30.82 | 33.4 | 1.23 | 0.28 | 0.84 | 34.4 | 183,008 | 98.1 | 3.61 | 21.78 | 22.20 | 2.1 | 869,022 | 0.211 |
| 2 | 〃 | Usetsu | ♂ | 75.0 | 2,429.8 | 583.8 | 24.03 | 32.7 | 1.35 | 0.54 | 1.65 | 51.0 | 523,260 | 97.5 | 4.01 | 46.06 | 47.24 | 2.6 | 2,275,364 | 0.230 |
| 3 | 1. 26 | Nozaki | 〃 | 45.1 | 1,180.0 | 318.0 | 26.95 | 19.9 | 1.69 | 0.13 | 0.63 | 163.6 | 404,092 | 28.0 | 2.37 | 2.73 | 9.71 | 3.6 | 186,732 | 0.164 |
| 4 | 1. 30 | Usetsu | ♀ | 77.0 | 1,872.2 | 226.5 | 12.09 | 28.1 | 1.50 | 0.24 | 0.85 | 59.3 | 240,408 | 52.9 | 2.83 | 0.81 | 1.53 | 72.7 | 1,118,872 | 0.215 |
| 5 | 2. 3 | 〃 | 〃 | 83.4 | 1,598.9 | 756.5 | 47.31 | 32.5 | 2.03 | 0.33 | 1.01 | 44.9 | 281,523 | 104.5 | 6.54 | 6.61 | 6.32 | 6.4 | 803,776 | 0.351 |
| 6 | 2. 5 | Nozaki | 〃 | 75.0 | 2,690.0 | 1,047.0 | 38.92 | 26.5 | 0.99 | 0.16 | 0.61 | 80.9 | 245,936 | 144.0 | 5.35 | 16.85 | 11.70 | 1.1 | 352,184 | 0.698 |
| 7 | 2. 13 | 〃 | ♂ | 46.0 | 1,333.9 | 270.0 | 20.24 | 17.8 | 1.33 | 0.15 | 0.87 | 182.5 | 520,125 | 35.4 | 2.65 | 3.13 | 8.83 | 3.7 | 220,058 | 2.364 |
| 8 | 〃 | 〃 | 〃 | 50.0 | 1,332.8 | 294.0 | 22.06 | 16.4 | 1.23 | 0.14 | 0.84 | 485.8 | 1,292,228 | 32.1 | 2.41 | 4.72 | 19.54 | 7.8 | 702,240 | 1.840 |
| 9 | 〃 | 〃 | 〃 | 49.0 | 1,054.9 | 260.0 | 24.65 | 16.8 | 1.59 | 0.13 | 0.79 | 136.3 | 336,661 | 26.9 | 2.55 | 2.27 | 8.45 | 18.0 | 776,340 | 0.434 |
| 10 | 〃 | 〃 | ♀ | 51.0 | 1,803.8 | 800.0 | 44.35 | 19.7 | 1.09 | 0.15 | 0.75 | 262.5 | 748,125 | 73.9 | 4.10 | 5.25 | 7.24 | 2.8 | 735,000 | 1.018 |
| 11 | 〃 | 〃 | 〃 | 54.0 | 1,518.4 | 205.0 | 13.50 | 18.4 | 1.21 | 0.12 | 0.67 | 140.9 | 321,252 | 39.9 | 2.63 | 5.69 | 14.25 | 4.7 | 508,117 | 0.632 |
| 12 | 〃 | 〃 | ♂ | 54.5 | 1,822.8 | 330.0 | 18.10 | 23.7 | 1.30 | 0.24 | 1.02 | 210.0 | 957,600 | 77.8 | 4.27 | 9.31 | 11.95 | 3.1 | 548,359 | 1.746 |
| 13 | 〃 | 〃 | 〃 | 50.0 | 1,331.6 | 210.0 | 15.77 | 17.8 | 1.34 | 0.23 | 1.27 | 159.0 | 694,830 | 36.9 | 2.70 | 10.47 | 28.38 | 3.5 | 696,255 | 0.998 |
| 14 | 2. 19 | Usetsu | ♀ | 61.5 | 2,340.5 | 342.0 | 14.61 | 35.0 | 1.49 | 0.22 | 0.62 | 385.3 | 1,610,554 | 89.0 | 3.79 | 1.05 | 1.18 | 386.2 | 7,704,690 | 0.209 |
| 15 | 〃 | 〃 | 〃 | 57.5 | 1,707.0 | 281.0 | 16.45 | 30.0 | 1.76 | 0.35 | 1.16 | 402.2 | 2,674,630 | 79.0 | 4.62 | 9.27 | 11.72 | 3.4 | 598,842 | 4.466 |
| 16 | 〃 | 〃 | 〃 | 62.5 | 2,487.0 | 348.0 | 13.99 | 40.0 | 1.61 | 0.42 | 1.06 | 1,047.6 | 8,359,848 | 65.0 | 2.61 | 14.58 | 22.44 | 90.0 | 2,493,180 | 3.353 |
| 17 | 2. 26 | 〃 | ♂ | 78.5 | 2,520.0 | 619.3 | 24.58 | 25.7 | 1.02 | 0.26 | 0.99 | 84.6 | 417,924 | 92.9 | 3.69 | 14.53 | 15.64 | 11.2 | 309,198 | 1.352 |
| 18 | 3. 9 | 〃 | ♀ | 84.3 | 6,000.0 | 1,525.0 | 25.41 | 95.0 | 1.58 | 1.48 | 1.56 | 914.8 | 2,572,417 | 885.0 | 14.75 | 535.00 | 60.37 | 4.2 | 5,067,300 | 0.508 |
| 19 | 〃 | 〃 | ♂ | 74.5 | 3,700.0 | 615.0 | 16.62 | 95.0 | 2.57 | 1.53 | 1.61 | 1,370.3 | 39,834,621 | 169.0 | 4.57 | 43.40 | 25.66 | 85.0 | 700,910 | 56.832 |

1. 幽門垂と肝臓の重量及び含油量

両臓器の重量は常に肝臓の方が重く，3倍弱を示している。

幽門垂の含油量は肝臓より常に少なく 1/7～1/350 で有る。雌雄別の含油量は両臓器共，雄の方に多い傾向がある。

2. ビタミンA含有量

幽門垂のビタミンAに関しては古くより Edisbury[1] を初め，坂本[2]，山田[3]，勝井氏[4] 等の研究が有り，又肝臓については河合[5]，川上[6]，東[7] 氏等の研究，其他多数の人々によつて研究されて来ているが，著者等は同一個体の幽門垂と肝臓とのビタミンA含有量を測定して，其の資源的価値を明らかにした。尙著者等は幽門垂のビタミンA測定を $SbCl_3$ 比色法を用いたが，此の結果が全部ビタミンAで有るかどうかの疑問があるので，同一試料を吸収スペクトル法により測定し，第1図の如き吸収曲線を得た事より大部分がビタミンAで有ると認めた。

Fig. 1

著者等の測定に依るとビタミンA濃度は常に幽門垂油の方が肝油より高く，4～30倍で有り，雌雄別の濃度は幽門垂油に於いて等しく，肝油に於いては雌に高い傾向が見られる。両臓器に於ける1尾中のビタミンA含有量は，幽門垂の方が約2倍肝臓を上廻り，含有量を両臓器の比* で見ると19例中，幽門垂が肝臓を上廻るものは8例で半数以下であるが，5.68 と云う最高比率の個体**が有つた。

此の様にタラの幽門垂は含油量は少ないがビタミンAは高単位を含有する。

B. スケトウダラ（*Theragra Chalcogramma* Pallas.）

スケトウダラの測定結果は第2表の如く，試料は60尾，延縄釣りで1月より12月迄に漁獲された試料である。（第2表参照）

1. 幽門垂と肝臓の重量及び其の含油量

両臓器の重量は第2表の如く，常に肝臓の方が重量大で，其の割合はタラとほぼ等しい。そして幽門垂重量が大きければ肝臓も大きい傾向を示す。

含油量はタラ同様，各種の条件に左右されるが，その中，季節的変化を見ると両臓器共冬季より春季に至るに従つて低く，夏季6，7月頃よりは甚だ増加を示す。此の事は産卵季に関係する様である。

---

* $\frac{\text{幽門垂の全ビタミンA量}}{\text{肝臓の全ビタミンA量}}$

** 此の個体は幽門垂の割合が特に大きく餌料消化直後又は吸収前の為餌料直後の A が特に検出された事に考える。

Table. 2 Vitamin A of pyloric caeca

| No. | Date of fishing | Fished area | Sex | Body length | Body weight | Full Organ | | pyloric | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Weight | % of Body weight | Weight | % of Body weight | Oil |
| | | | | cm | g | g | | g | | g |
| 1 | 1. 10 | Usetsu | ♀ | 67.5 | 998.9 | 228.5 | 22.87 | 13.2 | 1.32 | 0.23 |
| 2 | 〃 | 〃 | 〃 | 60.0 | 715.5 | 115.7 | 16.17 | 8.9 | 1.24 | 0.17 |
| 3 | 〃 | 〃 | ♂ | 53.5 | 520.5 | 76.0 | 14.60 | 7.1 | 1.36 | 0.17 |
| 4 | 2. 17 | 〃 | ♀ | 60.5 | 631.5 | 87.0 | 13.78 | 10.3 | 1.63 | 0.17 |
| 5 | 〃 | 〃 | 〃 | 58.5 | 619.5 | 78.0 | 12.59 | 14.2 | 2.29 | 0.24 |
| 6 | 〃 | 〃 | 〃 | 56.5 | 542.5 | 64.0 | 11.80 | 8.5 | 1.57 | 0.15 |
| 7 | 3. 9 | 〃 | 〃 | 43.0 | 663.8 | – | – | 9.0 | 1.37 | 0.20 |
| 8 | 〃 | 〃 | 〃 | 48.3 | 718.3 | – | – | 13.5 | 1.88 | 0.18 |
| 9 | 〃 | 〃 | 〃 | 43.0 | 586.3 | – | – | 7.2 | 1.25 | 0.14 |
| 10 | 〃 | 〃 | 〃 | 42.5 | 543.8 | – | – | 7.8 | 1.43 | 0.12 |
| 11 | 3. 17 | 〃 | 〃 | 54.9 | 544.2 | 111.5 | 20.48 | 13.1 | 2.41 | – |
| 12 | 〃 | 〃 | 〃 | 54.5 | 479.1 | 72.3 | 15.09 | 11.3 | 2.36 | 0.24 |
| 13 | 〃 | 〃 | 〃 | 52.5 | 583.0 | 144.5 | 24.78 | 15.1 | 2.59 | 0.19 |
| 14 | 〃 | 〃 | 〃 | 50.0 | 322.0 | 44.5 | 13.82 | 8.5 | 2.64 | 0.16 |
| 15 | 3. 26 | 〃 | 〃 | 37.5 | 186.5 | 14.7 | 7.88 | 2.8 | 1.50 | – |
| 16 | 〃 | 〃 | 〃 | 34.0 | 125.8 | 8.8 | 6.99 | 1.5 | 1.19 | – |
| 17 | 4. 18 | 〃 | 〃 | 42.0 | 577.6 | 85.2 | 14.75 | 10.8 | 1.87 | 0.12 |
| 18 | 〃 | 〃 | 〃 | 41.5 | 438.9 | 74.9 | 17.10 | 7.7 | 1.76 | 0.14 |
| 19 | 〃 | 〃 | 〃 | 37.5 | 356.5 | 65.0 | 18.23 | 7.2 | 2.02 | 0.12 |
| 20 | 5. 10 | 〃 | 〃 | 41.9 | 431.0 | 80.2 | 18.61 | 9.6 | 2.23 | 0.27 |
| 21 | 〃 | 〃 | ♂ | 38.0 | 465.0 | 57.0 | 12.26 | 7.1 | 1.53 | 0.34 |
| 22 | 5. 19 | 〃 | 〃 | 43.0 | 685.0 | 100.5 | 14.67 | 11.8 | 1.72 | 0.31 |
| 23 | 〃 | 〃 | ♀ | 40.5 | 515.0 | 83.5 | 16.21 | 7.9 | 1.53 | 0.21 |
| 24 | 〃 | 〃 | ♂ | 37.5 | 350.5 | 47.5 | 13.55 | 5.1 | 1.46 | 0.15 |
| 25 | 5. 26 | 〃 | ♀ | 39.5 | 510.5 | 69.5 | 13.61 | 6.6 | 1.29 | 0.19 |
| 26 | 〃 | 〃 | 〃 | 36.8 | 400.0 | 70.5 | 17.62 | 7.9 | 1.98 | 0.16 |
| 27 | 〃 | 〃 | ♂ | 36.8 | 325.5 | 45.5 | 13.98 | 5.4 | 1.64 | 0.12 |
| 28 | 6. 13 | 〃 | ♀ | 42.5 | 586.0 | 102.5 | 17.49 | 11.7 | 2.00 | 0.39 |
| 29 | 〃 | 〃 | 〃 | 39.0 | 499.0 | 76.0 | 15.23 | 9.1 | 1.82 | 0.13 |
| 30 | 〃 | 〃 | ♂ | 37.3 | 352.7 | 65.7 | 18.63 | 7.4 | 2.10 | 0.19 |
| 31 | 6. 26 | 〃 | ♀ | 42.8 | 679.0 | 141.5 | 20.84 | 9.6 | 1.41 | 0.20 |
| 32 | 〃 | 〃 | ♂ | 40.8 | 514.5 | 77.7 | 15.10 | 7.9 | 1.54 | 0.21 |
| 33 | 〃 | 〃 | 〃 | 35.0 | 371.5 | 69.5 | 18.71 | 7.0 | 1.88 | 0.23 |
| 34 | 7. 4 | 〃 | ♀ | 41.0 | 566.4 | 120.0 | 21.19 | 12.1 | 2.14 | 0.43 |
| 35 | 〃 | 〃 | 〃 | 39.8 | 477.3 | 97.0 | 20.32 | 9.1 | 1.91 | 0.19 |
| 36 | 〃 | 〃 | ♂ | 37.5 | 487.6 | 122.0 | 25.05 | 6.4 | 1.31 | 0.17 |
| 37 | 〃 | 〃 | ♀ | 35.1 | 324.0 | 56.5 | 17.44 | 6.8 | 2.10 | 0.16 |
| 38 | 7. 14 | 〃 | 〃 | 43.2 | 637.5 | 125.0 | 19.61 | 11.2 | 1.76 | – |
| 39 | 〃 | 〃 | 〃 | 42.9 | 685.0 | 147.0 | 21.46 | 11.0 | 1.61 | 0.39 |
| 40 | 〃 | 〃 | ♂ | 39.9 | 425.5 | 70.5 | 16.57 | 4.1 | 0.96 | 0.12 |
| 41 | 〃 | 〃 | 〃 | 32.5 | 305.0 | 41.0 | 13.44 | 4.6 | 1.51 | 0.17 |
| 42 | 7. 26 | 〃 | ♀ | 44.5 | 521.0 | 70.0 | 13.44 | 8.3 | 1.59 | 0.27 |
| 43 | 〃 | 〃 | 〃 | 42.0 | 514.0 | 93.0 | 18.09 | 10.4 | 2.02 | 0.41 |
| 44 | 〃 | 〃 | ♂ | 35.5 | 395.0 | 97.0 | 24.56 | 6.7 | 1.70 | 0.07 |
| 45 | 8. 4 | 〃 | 〃 | 43.5 | 456.5 | 63.0 | 13.80 | 4.8 | 1.05 | 0.15 |
| 46 | 〃 | 〃 | ♀ | 38.0 | 478.0 | 93.0 | 19.46 | 5.1 | 1.07 | 0.45 |
| 47 | 〃 | 〃 | ♂ | 38.0 | 396.5 | 91.5 | 23.08 | 6.5 | 1.64 | 0.23 |
| 48 | 8. 22 | 〃 | ♀ | 43.5 | 520.5 | 93.0 | 17.87 | – | – | – |
| 49 | 〃 | 〃 | 〃 | 41.5 | 560.0 | 110.0 | 19.64 | 9.6 | 1.71 | 0.30 |
| 50 | 〃 | 〃 | 〃 | 35.5 | 335.5 | 68.0 | 20.27 | 8.2 | 2.44 | 0.29 |
| 51 | 9. 5 | 〃 | 〃 | 44.0 | 722.0 | 136.0 | 18.84 | 9.0 | 1.25 | – |
| 52 | 〃 | 〃 | ♂ | 42.5 | 549.0 | 85.0 | 15.48 | 9.2 | 1.68 | 0.20 |
| 53 | 〃 | 〃 | ♀ | 39.0 | 417.0 | 101.0 | 24.22 | 11.8 | 2.83 | 0.25 |
| 54 | 〃 | 〃 | 〃 | 37.5 | 427.0 | 87.0 | 20.37 | 9.5 | 2.22 | 0.18 |
| 55 | 9. 14 | 〃 | 〃 | 43.5 | 583.0 | 97.5 | 16.72 | 8.8 | 1.51 | 0.23 |
| 56 | 〃 | 〃 | ♂ | 41.0 | 442.0 | 76.0 | 17.19 | 9.5 | 2.15 | 0.20 |
| 57 | 〃 | 〃 | 〃 | 38.0 | 328.0 | 50.0 | 15.24 | 7.5 | 2.29 | 0.17 |
| 58 | 12. 18 | 〃 | ♀ | 46.0 | 648.0 | 102.0 | 15.74 | 16.0 | 2.47 | 0.29 |
| 59 | 〃 | 〃 | 〃 | 42.0 | 566.0 | 137.0 | 24.20 | 12.8 | 2.26 | 0.22 |
| 60 | 〃 | 〃 | ♂ | 40.5 | 425.0 | 68.0 | 16.00 | 9.3 | 2.19 | 0.13 |

of *Theragra chalcogramma* Pallas.

| Caeca | | | Liver | | | | | | Total V.A. cont. of P.C. / Total V.A cont. of Liver |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| cont. | Vitamin A in oil | Vitamin A cont. | Weight | % of Body weight | Oil cont. | | Vitamin A in oil | Vitamin A cont. | |
| % | C.L.O. | I.U. | g | | g | % | C.L.O. | I.U. | |
| 1.77 | 85.3 | 372,761 | 66.0 | 6.61 | 18.22 | 27.60 | 17.4 | 602,353 | 0.619 |
| 1.93 | 113.8 | 1,091,174 | 30.2 | 4.22 | 6.33 | 20.97 | 10.0 | 120,270 | 9.073 |
| 2.43 | 129.8 | 443,916 | 26.0 | 4.99 | 11.48 | 44.17 | 2.8 | 160,720 | 2.762 |
| 1.65 | 103.6 | 334,628 | 14.9 | 2.22 | 2.36 | 15.82 | 105.5 | 473,062 | 0.708 |
| 1.69 | 79.8 | 363,888 | 24.5 | 3.87 | 6.07 | 24.36 | 65.7 | 7,577,181 | 0.048 |
| 1.74 | 119.3 | 340,005 | 15.1 | 2.78 | 3.18 | 21.05 | 70.3 | 4,247,526 | 0.080 |
| 2.25 | 714.2 | 271,396 | 19.5 | 2.94 | 2.39 | 12.23 | 179.8 | 8,164,718 | 0.033 |
| 1.34 | 433.3 | 1,481,886 | 43.0 | 5.99 | 9.47 | 22.01 | 9.9 | 1,781,307 | 0.832 |
| 2.05 | 244.5 | 650,370 | 17.8 | 3.04 | 6.19 | 34.76 | 7.4 | 2,229,030 | 2.840 |
| 1.57 | 522.8 | 1,191,984 | 17.6 | 3.24 | 5.04 | 28.66 | 13.2 | 332,640 | 3.583 |
| – | – | – | 25.6 | 4.70 | 4.79 | 18.73 | 31.0 | 282,131 | – |
| 2.13 | 171.2 | 780,672 | 16.7 | 3.49 | 3.50 | 20.96 | 25.7 | 170,905 | 4.568 |
| 1.23 | 134.8 | 486,628 | 27.0 | 4.63 | 8.36 | 30.95 | 30.9 | 129,162 | 3.768 |
| 1.85 | 162.4 | 493,696 | 8.4 | 2.61 | 0.65 | 7.73 | 39.4 | 486,590 | 1.015 |
| – | – | – | 4.6 | 2.47 | 1.16 | 25.13 | 3.6 | 79,344 | 2.115 |
| – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 1.10 | 288.2 | 657,096 | 19.5 | 2.29 | 7.11 | 36.47 | 19.4 | 262,074 | 2.507 |
| 1.83 | 292.2 | 1,554,504 | 10.4 | 2.37 | 0.34 | 3.23 | 97.1 | 627,266 | 2.478 |
| 1.72 | 221.9 | 505,932 | 11.6 | 3.25 | 3.14 | 27.05 | 17.4 | 1,038,084 | 0.487 |
| 2.85 | 147.7 | 757,701 | 20.5 | 4.76 | 5.02 | 24.50 | 28.0 | 267,064 | 2.837 |
| 2.41 | 125.0 | 807,500 | 24.6 | 5.29 | 7.61 | 30.92 | 3.7 | 534,983 | 1.509 |
| 2.60 | 87.3 | 514,197 | 46.0 | 6.74 | 9.51 | 20.67 | 16.7 | 3,017,523 | 0.170 |
| 2.63 | 184.0 | 734,160 | 29.7 | 5.77 | 9.17 | 30.89 | 7.2 | 125,445 | 5.852 |
| 2.94 | 85.6 | 243,390 | 14.0 | 3.99 | 4.82 | 34.43 | 4.0 | 366,320 | 0.664 |
| 2.71 | 123.2 | 444,752 | 30.0 | 5.88 | 10.76 | 35.88 | 8.6 | 1,655,964 | 0.269 |
| 2.07 | 106.2 | 322,848 | 25.6 | 6.40 | 8.07 | 31.52 | 8.4 | 1,287,972 | 0.251 |
| 2.20 | 111.3 | 253,764 | 16.6 | 5.10 | 4.73 | 28.50 | 5.5 | 494,285 | 0.513 |
| 3.38 | 36.5 | 270,465 | 34.7 | 5.92 | 9.41 | 27.11 | 19.6 | 350,056 | 0.773 |
| 2.58 | 163.6 | 714,932 | 23.5 | 4.71 | 8.87 | 37.76 | 18.1 | 305,039 | 2.344 |
| 2.53 | 183.9 | 663,879 | 19.9 | 5.64 | 5.57 | 28.00 | 19.9 | 105,868 | 6.271 |
| 2.06 | 188.6 | 716,680 | 53.5 | 7.88 | 20.46 | 38.24 | 4.2 | 1,632,080 | 0.439 |
| 2.66 | 139.7 | 557,403 | 27.0 | 5.25 | 10.67 | 39.53 | 4.6 | 932,558 | 0.598 |
| 1.84 | 185.5 | 458,185 | 22.5 | 6.06 | 9.51 | 42.26 | 12.3 | 2,222,487 | 0.207 |
| 3.58 | 140.9 | 1,151,153 | 40.0 | 7.06 | 11.45 | 28.62 | 13.3 | 2,893,415 | 0.398 |
| 2.09 | 178.3 | 643,663 | 39.0 | 8.17 | 15.07 | 38.63 | 18.3 | 5,239,839 | 0.123 |
| 2.67 | 147.3 | 475,779 | 31.0 | 6.36 | 13.62 | 43.93 | 2.8 | 724,584 | 0.657 |
| 2.35 | 134.1 | 407,664 | 24.0 | 7.41 | 7.59 | 41.62 | 2.6 | 374,946 | 1.087 |
| – | – | – | 54.5 | 8.55 | – | – | – | – | – |
| 3.57 | 110.2 | 816,582 | 57.1 | 8.34 | 22.04 | 38.60 | 16.6 | 674,036 | 1.211 |
| 2.94 | 192.0 | 437,760 | 26.0 | 6.11 | 5.25 | 20.20 | 12.1 | 1,206,975 | 0.363 |
| 3.71 | 113.6 | 366,928 | 20.8 | 6.82 | 9.17 | 44.08 | 1.0 | 174,230 | 2.106 |
| 3.23 | 156.6 | 803,358 | 15.0 | 2.88 | 3.82 | 25.48 | 31.0 | 224,998 | 3.571 |
| 3.99 | – | – | 50.0 | 9.73 | 18.99 | 37.97 | 1.8 | 103,913 | – |
| 0.98 | 72.9 | 96,957 | 22.5 | 5.70 | 9.27 | 41.21 | 4.2 | 739,746 | 0.131 |
| 3.11 | 73.6 | 209,760 | 18.5 | 4.05 | 4.76 | 25.72 | 24.7 | 587,860 | 0.357 |
| 8.74 | 76.3 | 652,365 | 45.0 | 9.41 | 17.06 | 37.91 | 6.1 | 1,977,254 | 0.330 |
| 3.51 | 112.7 | 492,499 | 29.3 | 7.39 | 14.07 | 48.02 | 3.6 | 253,260 | 1.945 |
| – | – | – | 27.0 | 5.19 | 8.65 | 32.04 | 17.5 | 2,876,128 | – |
| 3.16 | 96.4 | 549,480 | 40.0 | 7.14 | 10.21 | 25.52 | 23.7 | 4,595,563 | 0.120 |
| 3.59 | 58.5 | 322,335 | 22.5 | 6.71 | 7.83 | 34.78 | 9.6 | 1,428,192 | 0.226 |
| – | – | – | 72.5 | 10.04 | – | – | – | – | – |
| 2.16 | 129.8 | 242,820 | 17.0 | 3.10 | 14.53 | 85.46 | 31.5 | 8,696,205 | 0.028 |
| 2.10 | 101.1 | 480,225 | 29.5 | 7.07 | 14.85 | 50.35 | 2.0 | 564,300 | 0.851 |
| 1.89 | 137.9 | 477,090 | 35.0 | 8.20 | 9.20 | 26.29 | 23.5 | 410,780 | 1.161 |
| 2.61 | 190.0 | 786,600 | 33.0 | 5.66 | 12.54 | 37.99 | 20.6 | 5,166,480 | 0.152 |
| 2.41 | 174.6 | 663,480 | 17.0 | 3.85 | 5.50 | 32.38 | 41.3 | 431,585 | 1.532 |
| 2.23 | 160.1 | 517,123 | 12.0 | 3.66 | 0.73 | 6.07 | 116.7 | 1,618,629 | 0.319 |
| 1.37 | 113.3 | 182,473 | 28.0 | 4.32 | 6.92 | 24.72 | 35.9 | 472,013 | 0.387 |
| 1.75 | 101.9 | 418,942 | 29.0 | 5.12 | 6.53 | 22.50 | 21.5 | 266,750 | 1.571 |
| 1.41 | 161.2 | 398,164 | 10.0 | 2.35 | 1.08 | 10.76 | 115.9 | 2,378,268 | 0.167 |

幽門垂の含油量は肝臓に対し約1/4～1/10で，雌雄別の含油量は両臓器共雄の方が高い傾向を示している

2. ビタミンA含有量

ビタミンAの含有量はビタミンA濃度と含油量によつて左右され，ビタミンA濃度は含油量に左右されるが，幽門垂のビタミンA濃度は此の様な大きい影響は見られない。そして幽門垂のビタミンA濃度と肝臓のそれとは明らかな関係は認められない

1尾中幽門垂のビタミンA含有量は9万～48万単位の範囲で，季節的変化は2～4月頃までが高い含有量を示している

又雌雄別に於いては稍々雌の方が高い傾向にある。

同一個体に於ける幽門垂のビタミンA含有量と肝臓のそれとの比は0.628～9.073で60例中23例は肝臓より上廻る含有量を示している。

此等の事より幽門垂は含油量が少ないとは云え，ビタミンAが濃厚な為充分利用価値が有る。

C. サバ（*Scomber japonicus* HOUTTUYN）

サバの測定結果は第3表の如く試料は38尾，延縄釣りて漁獲されたものである。（第3表参照）

1. 幽門垂と肝臓の重量及び其の含油量

両臓器の重量は前2者と異り，常に幽門垂の方が重量大で幽門垂は肝臓のほぼ倍の大きさを示している　含油量は両臓器共最低に於いてほぼ等しいが，最高に於いて幽門垂の方が約2倍多い。此の事も前2者と異る処である。

雌雄別における両臓器の含油量は，共に雌の方が多い傾向を示す。

2. ビタミンA含有量

幽門垂に於けるビタミンA濃度は個体差が多く，含油量と濃度との関係は認めがたい。又ビタミンA濃度は肝臓の1/8で，雌雄別に於ける差異は幽門垂で雄，肝臓で雌が夫々高い。

各個体のビタミンA含有量は総体的に肝臓の方が高い，雌雄別ではビタミンA濃度と等しく，幽門垂で雄，肝臓で雌が夫々高い値を示している。

これらの結果，幽門垂のビタミンA含有量と肝臓のビタミンA含有量の比は，幽門垂が肝臓を上廻るものが約20%であるので，タラ，タラスケトウダラに劣るがビタミンA資源として活用し得られる。

## 総　　括

富山湾能登内浦で漁獲されたタラ，スケトウダラ，サバの幽門垂はビタミンA資源として如何に価値あるかを，同一魚種，同一魚体の肝臓と比較してみた。

1. タラの幽門垂重量は肝臓に劣り，含油量も少ないが，ビタミンA濃度は肝臓の5倍を示し，1尾中のビタミンA含有量は肝臓とほぼ同量であつた。

2. スケトウダラの幽門垂重量は肝臓に劣り，含油量は肝臓の1/10以下である。

ビタミンA濃度は肝臓の5倍で，1尾中幽門垂のビタミンA含有量は肝臓と等しい。

3. サバの幽門垂重量は肝臓の2倍，又含油量も2倍に近い。

ビタミンA濃度は肝臓の1/8，その1尾中に於けるビタミンA含有量は1/2で有る。

即ちタラ，スケトウダラの幽門垂は同一魚体の肝臓より小さく，含油量も少ないが，ビタミンA濃度は数倍高い為1尾中の含有量は肝臓に等しいか，又は多いので肝臓と同様にビタミンA資源としてともに価値が高い。

Table. 3 Vitamin A of pyloric caeca of *Scomber japonicus* Houttuyn.

| No. | Date of fishing | Fished area | Sex | Body length | Body weight | Full Organ | | Pyloric Cacca | | | | | Liver | | | | | | Total V. A. cont. of P.C. / Total V. A. cont. of Liver |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Weight | % of Body weight | Weight | % of Body weight | Oil cont | | Vitamin A in oil | Vitamin A cont | Weight | % of Body weight | Oil cont | | Vitamin A in oil | Vitamin A cont | |
| | | | | cm | g | g | | g | | g | % | C.L.O. | I.U. | g | | g | % | C.L.O. | I.U. | |
| 1 | 1. 14 | Usetsu | ♂ | 35.5 | 805.0 | – | – | 12.5 | 1.55 | 4.18 | 33.57 | 3.2 | 262,080 | 9.3 | 1.16 | 1.96 | 21.09 | 26.0 | 968,240 | 0.271 |
| 2 | 2. 1 | 〃 | ♀ | 42.0 | 1,078.8 | – | – | 17.9 | 1.66 | 1.17 | 6.54 | 26.7 | 593,741 | 12.5 | 1.16 | 0.72 | 5.78 | 310.0 | 424,080 | 1.341 |
| 3 | 〃 | 〃 | ♂ | 38.0 | 731.3 | – | – | 14.2 | 1.94 | 2.71 | 19.12 | 9.9 | 509,751 | 7.7 | 1.05 | 0.86 | 11.14 | 283.5 | 463,239 | 1.100 |
| 4 | 〃 | 〃 | 〃 | 35.5 | 558.8 | – | – | 9.6 | 1.74 | 1.46 | 15.16 | 49.4 | 1,370,356 | 4.9 | 0.88 | 0.36 | 7.34 | 209.0 | 142,956 | 9.586 |
| 5 | 2. 17 | 〃 | ♀ | 40.0 | 850.0 | 80.0 | 9.41 | 13.3 | 1.56 | 3.02 | 22.71 | 6.2 | 355,756 | 9.2 | 1.08 | 0.42 | 4.55 | 256.7 | 204,846 | 1.737 |
| 6 | 〃 | 〃 | 〃 | 36.0 | 680.0 | 52.0 | 7.64 | 10.3 | 1.51 | – | – | – | – | 7.5 | 1.12 | – | – | – | – | – |
| 7 | 2. 26 | 〃 | ♂ | 47.5 | 631.0 | 42.1 | 6.67 | 11.9 | 1.89 | 3.06 | 25.70 | 16.0 | 930,240 | 6.3 | 1.00 | 0.99 | 15.72 | 58.4 | 1,098,504 | 0.933 |
| 8 | 3. 17 | 〃 | 〃 | 52.5 | 902.6 | 62.9 | 6.97 | 14.7 | 1.63 | 1.84 | 12.50 | 31.4 | 1,087,744 | 12.5 | 1.38 | 1.51 | 12.11 | 72.2 | 2,071,418 | 0.525 |
| 9 | 6. 14 | 〃 | 〃 | 34.5 | 674.0 | 80.5 | 11.94 | 7.5 | 1.11 | 0.57 | 7.60 | 14.1 | 152,703 | 9.0 | 1.34 | 1.05 | 11.70 | 37.0 | 738,150 | 0.207 |
| 10 | 〃 | 〃 | 〃 | 36.5 | 734.0 | 100.0 | 13.62 | 8.5 | 1.16 | 0.52 | 6.17 | 14.4 | 142,272 | 8.0 | 1.09 | 0.49 | 6.10 | 35.2 | 327,712 | 0.437 |
| 11 | 〃 | 〃 | 〃 | 35.5 | 680.0 | 90.0 | 13.24 | 9.0 | 1.32 | 0.80 | 8.93 | 2.4 | 364,800 | 7.0 | 1.03 | 0.88 | 12.58 | 59.6 | 996,512 | 0.366 |
| 12 | 〃 | 〃 | 〃 | 35.0 | 631.5 | 98.0 | 15.52 | 7.5 | 1.19 | – | – | – | – | 8.0 | 1.27 | 1.11 | 14.94 | 12.8 | 269,952 | – |
| 13 | 7. 14 | 〃 | 〃 | 43.5 | 495.0 | 62.0 | 12.55 | 8.1 | 1.64 | – | – | – | – | 4.3 | 0.86 | – | – | – | – | – |
| 14 | 〃 | 〃 | 〃 | 46.0 | 615.5 | 94.5 | 15.35 | 9.5 | 1.54 | 0.25 | 2.75 | 5.0 | 237,500 | 5.0 | 0.81 | 0.13 | 2.59 | – | – | – |
| 15 | 9. 25 | 〃 | 〃 | 48.0 | 720.0 | 62.5 | 8.68 | 9.3 | 1.29 | 1.67 | 17.99 | 1.6 | 507,680 | 6.5 | 0.90 | 0.62 | 9.60 | 22.5 | 265,050 | 1.915 |
| 16 | 9. 30 | 〃 | 〃 | 42.7 | 989.0 | 78.0 | 7.88 | 17.7 | 1.79 | 3.02 | 17.05 | 24.9 | 1,428,762 | 9.0 | 0.91 | 1.35 | 14.95 | 88.1 | 2,259,765 | 0.632 |
| 17 | 〃 | 〃 | ♀ | 40.5 | 872.0 | 76.0 | 8.72 | 17.7 | 2.03 | 2.05 | 11.59 | 24.5 | 954,275 | 9.8 | 1.21 | 0.57 | 5.85 | 139.5 | 1,510,785 | 0.632 |
| 18 | 〃 | 〃 | 〃 | 47.7 | 932.0 | 76.0 | 8.15 | 18.4 | 1.97 | 1.80 | 9.80 | 21.0 | 718,200 | 9.0 | 0.97 | 0.73 | 8.14 | 95.0 | 1,317,650 | 0.621 |
| 19 | 10. 11 | 〃 | 〃 | 37.0 | 710.0 | 66.0 | 9.30 | 11.0 | 1.55 | 1.76 | 15.97 | 2.7 | 902,880 | 6.5 | 0.92 | 0.70 | 10.78 | 71.6 | 952,280 | 0.948 |
| 20 | 〃 | 〃 | 〃 | 37.0 | 620.0 | 35.0 | 5.65 | 10.4 | 1.68 | 0.84 | 8.05 | 31.1 | 496,356 | 6.3 | 1.02 | 0.29 | 4.65 | 106.8 | 588,468 | 0.843 |
| 21 | 〃 | 〃 | 〃 | 36.0 | 680.0 | 59.0 | 8.68 | 10.1 | 1.49 | 1.44 | 14.25 | – | – | 4.4 | 0.65 | 0.42 | 9.57 | 58.4 | 466,032 | – |
| 22 | 10. 17 | 〃 | 〃 | 37.5 | 735.0 | 56.0 | 7.62 | 12.0 | 1.63 | 2.81 | 23.43 | 13.1 | 699,409 | 7.7 | 1.05 | 1.02 | 13.28 | 106.1 | 2,056,218 | 0.340 |
| 23 | 〃 | 〃 | 〃 | 37.0 | 675.0 | 48.0 | 7.11 | 9.4 | 1.39 | 2.39 | 25.39 | 16.8 | 762,888 | 5.6 | 0.83 | 0.98 | 17.53 | 90.0 | 1,675,800 | 0.455 |
| 24 | 〃 | 〃 | 〃 | 36.0 | 640.0 | 44.0 | 6.88 | 10.2 | 1.59 | 3.37 | 33.02 | 3.9 | 249,717 | 6.4 | 1.00 | 1.02 | 16.01 | 53.6 | 1,038,768 | 0.241 |
| 25 | 11. 19 | 〃 | ♂ | 35.3 | 742.0 | 93.0 | 12.53 | 11.5 | 1.55 | 1.85 | 34.07 | 19.4 | 681,910 | 7.0 | 0.94 | 0.57 | 8.14 | 102.8 | 1,113,324 | 0.702 |
| 26 | 11. 22 | 〃 | ♀ | 37.0 | 708.0 | 54.0 | 7.63 | 9.7 | 1.37 | 3.34 | 34.45 | 3.0 | 190,380 | 5.6 | 0.79 | 1.44 | 25.67 | 43.3 | 1,184,688 | 0.161 |
| 27 | 〃 | 〃 | 〃 | 37.0 | 712.0 | 50.0 | 7.02 | 10.8 | 1.52 | 1.52 | 14.07 | 16.0 | 462,080 | 6.6 | 0.93 | 1.71 | 25.88 | 25.2 | 818,748 | 0.564 |
| 28 | 〃 | 〃 | 〃 | 36.0 | 725.0 | 76.0 | 10.48 | 12.7 | 1.75 | 4.33 | 40.64 | 7.7 | 633,479 | 9.8 | 1.35 | 2.29 | 23.36 | 59.6 | 2,593,196 | 0.244 |
| 29 | 12. 6 | 〃 | 〃 | 38.5 | 800.0 | 64.5 | 8.06 | 12.7 | 1.59 | 5.16 | 36.00 | 5.2 | 509,808 | 6.6 | 0.82 | 1.73 | 26.19 | 119.7 | 3,934,539 | 0.130 |
| 30 | 〃 | 〃 | 〃 | 38.5 | 795.0 | 69.0 | 8.68 | 15.6 | 1.96 | 5.62 | 36.05 | 6.3 | 672,714 | 9.5 | 1.20 | 1.99 | 20.91 | 123.1 | 4,654,411 | 0.145 |
| 31 | 〃 | 〃 | 〃 | 36.0 | 665.0 | 55.5 | 8.35 | 9.2 | 1.38 | 3.32 | 42.35 | 3.5 | 220,780 | 6.6 | 0.99 | 1.43 | 21.67 | 40.5 | 1,100,385 | 0.201 |
| 32 | 12. 10 | 〃 | 〃 | 50.5 | 867.5 | 74.5 | 8.59 | 12.0 | 1.38 | 5.06 | 47.93 | 5.6 | 538,384 | 9.5 | 1.09 | 1.52 | 16.05 | 38.8 | 294,880 | 1.826 |
| 33 | 〃 | 〃 | 〃 | 50.0 | 804.0 | 64.5 | 8.02 | 12.0 | 1.49 | 5.72 | 37.44 | 2.7 | 293,436 | 8.5 | 1.06 | 2.00 | 23.56 | 36.6 | 139,080 | 2.110 |
| 34 | 〃 | 〃 | 〃 | 49.0 | 743.5 | 53.5 | 7.19 | 14.5 | 1.95 | 5.42 | 30.67 | 3.2 | 329,536 | 6.6 | 0.88 | 1.26 | 19.24 | 45.9 | 1,098,846 | 0.300 |
| 35 | 12. 12 | 〃 | 〃 | 38.5 | 905.0 | 68.0 | 7.51 | 15.0 | 1.66 | 4.60 | 41.01 | 4.2 | 367,080 | 9.8 | 1.08 | 1.91 | 19.49 | 128.2 | 464,512 | 0.790 |
| 36 | 〃 | 〃 | 〃 | 38.0 | 863.0 | 70.0 | 8.11 | 16.3 | 1.88 | 6.69 | 31.53 | 4.3 | 546,630 | 9.0 | 1.04 | 1.62 | 18.00 | 103.1 | 3,173,418 | 0.172 |
| 37 | 〃 | 〃 | 〃 | 37.0 | 821.0 | 67.0 | 8.16 | 15.0 | 1.83 | 4.73 | 37.54 | 0.4 | 35,948 | 9.0 | 1.09 | 1.43 | 15.91 | 139.6 | 3,792,932 | 0.010 |
| 38 | 〃 | 〃 | 〃 | 36.0 | 778.0 | 72.0 | 9.25 | 18.0 | 2.31 | 6.76 | 16.09 | 3.6 | 462,384 | 9.9 | 1.27 | 1.91 | 19.31 | 122.5 | 4,445,525 | 0.104 |

これに反し，サバの幽門垂は肝臓より大きく，含油量も多いがビタミンA濃度，A含有量が幾分劣つている。しかし総体的に肝臓に近い値を示すのでビタミンA資源として利用価値がある。

この研究に当り東博士を初め同研究室の方々から戴いた御援助に対し厚く感謝するとともに，御校閲を賜つた野口部長に深謝致します。

## 文　献

1) Edisbury: Biochem. J. 32, 118 (1938).
2) 坂　本: J. Biochem. 32, 473 (1940).
3) 山田，他: 日本水産学会誌　10, 160 (1944).
4) 勝　井: ビタミン，1, 357 (1947).
5) 河合，他: 薬学，53, 153 (1933)；58, 523(1938).
6) 川　上: 理研彙報，11, 968 (1932).
7) 東: 農化誌，16, 1141, 1181 (1940)；17, 801 (1941).

昭和30年12月20日 印刷
昭和30年12月25日 発行 (500部)

新潟市万代島
発行所 日本海区水産研究所
発行者 内橋潔
編集者 加藤源治

新潟市白山浦2丁目181
印刷所 株式会社第一印刷所
電話代表(2)2106番